



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **TUGAS AKHIR - MO 141326**

### **ANALISIS TRANSMISI GELOMBANG *FLOATING* *BREAKWATER* TIPE *HEXAGONAL***

**DEDI KURNIAWAN**

**NRP. 04311440000053**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Sujantoko, S.T., M.T.**

**Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng, Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



## **TUGAS AKHIR - MO 141326**

### **ANALISIS TRANSMISI GELOMBANG *FLOATING* *BREAKWATER* TIPE *HEXAGONAL***

**DEDI KURNIAWAN**

**NRP. 04311440000053**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Sujantoko, S.T., M.T.**

**Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng, Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



## **FINAL PROJECT - MO 141326**

### **ANALYSIS OF TRANSMISSION WAVE FLOATING BREAKWATER HEXAGONAL TYPE**

**DEDI KURNIAWAN**

**NRP. 04311440000053**

**SUPERVISORS :**

**Sujantoko, S.T., M.T.**

**Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng, Ph.D**

**DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**

# **ANALISIS TRANSMISI GELOMBANG *FLOATING* *BREAKWATER* TIPE *HEXAGONAL***

## **HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada  
program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**DEDI KURNIAWAN**

**NRP. 04311440000053**

Disetujui oleh :

1. Sujantoko, S.T., M.T.

(Pembimbing 1)

2. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng, Ph.D

(Pembimbing 2)

3. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc.

(Penguji 1)

4. Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D

(Penguji 2)

SURABAYA, JULI 2018

# ANALISIS TRANSMISI GELOMBANG *FLOATING* *BREAKWATER* TIPE *HEXAGONAL*

Nama : Dedi Kurniawan  
NRP : 04311440000053  
Departemen : Teknik Kelautan FTK – ITS  
Dosen Pembimbing : Sujantoko, S.T., M.T.  
Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng, Ph.D

## Abstrak

Sebagai negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, Indonesia memiliki banyak potensi disektor maritim. Banyak pemanfaatan yang dilakukan di daerah pesisir pantai seperti pembangunan pelabuhan, aktivitas penangkapan ikan, tempat rekreasi, pemanfaatan sumber daya, tempat penghasil energi alternatif, dan lain-lain. Akan tetapi, banyak yang membatasi aktivitas tersebut dikarenakan adanya aktivitas gelombang air, seperti gelombang pada kondisi badai dan potensi tsunami. Dimana kondisi tersebut bisa mengakibatkan abrasi pantai yang bisa merusak lingkungan pesisir. Untuk mengatasi masalah tersebut bisa dilakukan dengan memasang struktur pelindung pantai salah satunya seperti *breakwater*. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis transmisi gelombang pada *floating breakwater* berbentuk *hexagonal* untuk mengetahui efektifitas dari kinerja *floating breakwater* tersebut. Pengujian transmisi gelombang pada *floating breakwater* ini yang menjadi faktor pengaruh utama yaitu kemiringan sudut tali, dengan 4 variasi kemiringan sudut tali yaitu sudut 30°, 45°, 60°, dan 75° dengan 2 skenario peletakan *wave probe* yaitu 100 cm dan 220 cm dibelakang struktur. Koefisien transmisi terbesar terdapat pada sudut 30° pada skenario 1 peletakan *wave probe* dengan rata-rata sebesar 0.90, sedangkan pada skenario 2 sama terdapat pada sudut 30° dengan rata-rata sebesar 0.88. Untuk nilai koefisien transmisi yang terkecil terdapat pada sudut 60° dikedua skenario peletakan *wave probe* tersebut. Dalam *plotting* koefisien transmisi dengan kecuraman gelombang didapatkan grafik linier turun yang menandakan koefisien transmisi berbanding terbalik dengan kecuraman gelombang, sedangkan pada parameter periode dan tinggi gelombang datang didapatkan grafik linier naik yang menandakan koefisien transmisi berbanding lurus dengan parameter tersebut.

**Kata kunci** : *floating breakwater*, *hexagonal*, transmisi gelombang, kemiringan sudut tali.

# **ANALYSIS OF TRANSMISSION WAVE FLOATING BREAKWATER HEXAGONAL TYPE**

**Name : Dedi Kurniawan**  
**NRP : 04311440000053**  
**Department : Ocean Engineering FTK – ITS**  
**Supervisors : Sujantoko, S.T., M.T.**  
**Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng, Ph.D**

## **Abstract**

As the island nation has the second longest coastline in the world, Indonesia has a lot of potential for the maritime sector. A lot of the utilization of the coastal area such as the construction of a port, fishing activity, recreational areas, resource utilization, where the producers of alternative energy, and others. However, many of the activities that limit activity due water waves, like waves in the stormy conditions and potential of tsunami. Which of these conditions could result in abrasion of the beach that could ruin the coastal environment. To fix the problem can be done by installing a protective structure of one such beach breakwater. At this research will be carried out an analysis of the transmission wave on floating breakwater is shaped hexagonal to know the effectiveness of the performance of the floating breakwater. Transmission test of waves on floating breakwater is the main influence factor into the tilt angle of the rope, with 4 variations of the tilt angle of the rope that is the angle of 30°, 45°, 60°, 75° placement scenario with two wave probe that is 100 cm and 220 cm behind the structure. The largest transmission coefficients there are at an angle of 30° on scenario 1 placement of wave probes with an average of 0.90, whereas in scenario 2 the same there are at an angle of 30° with an average of 0.88. Transmission coefficient value to the smallest there is at an angle of 60° in the both placement of probe wave scenario. In plotting the coefficient of transmission with a steepness of wave obtained by commodity down transmission coefficients which signifies is inversely proportional to the wave steepness parameter, whereas in the period and high waves come obtained graph linear transmission coefficients which signifies ride is directly proportional to the parameter.

**Key words :** floating breakwater, hexagonal, transmission of the wave, the tilt angle of the rope.



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Analisis Transmisi Gelombang *Floating Breakwater* Tipe *Hexagonal* ”. Tugas akhir ini disusun penulis guna memenuhi salah satu syarat wajib yang harus di tempuh mahasiswa Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis senantiasa membuka diri untuk menerima saran dan kritik demi tercapainya kesempurnaan penelitian Tugas Akhir ini dan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi kemajuan dunia pendidikan khususnya dibidang kelautan.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, 4 Juli 2018

Dedi Kurniawan

## UCAPAN TERIMAKASIH

Sehubungan dengan terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, pertama penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT karena dengan izinnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya, serta pihak-pihak yang telah membantu saya, maka dalam lembar ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Didik Sudarmo dan Ibu Denok Sulastri selaku orang tua dari penulis, yang telah mengantarkan ke pintu perkuliahan dan dengan sabar membimbing secara moril dan materil, sehingga pada akhirnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Sujantoko, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan masukan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir ini dengan penuh kesabaran, sampai penulis mampu menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang selama masa pengerjaan tugas akhir juga selalu memberi masukan agar hasil tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Ir. Hasan Ikhwan, M.Sc., selaku dosen wali, pembimbing kerja praktek, dan penguji I yang memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir juga selama masa perkuliahan penulis.
5. Bapak Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D, selaku penguji II yang memberikan masukan kepada penulis agar hasil tugas akhir ini menjadi lebih baik.
6. Bapak Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc., Ph.D., selaku kepala Laboratorium *Flume Tank* yang telah mengizinkan penulis melakukan eksperimen menggunakan kolam *flume*.
7. Bapak Arif dan Bapak Aris selaku teknisi Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut yang telah membantu kelancaran eksperimen yang dilakukan penulis.
8. Tim eksperimen *hexagonal floating breakwater* yang selalu memberikan dorongan moril agar penulis tetap semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
9. Teman-teman "Maelstrom" angkatan 2014, yang menjadi teman menjalani masa-masa perkuliahan.



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Gelombang Laut .....	12
2.2.2 Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif .....	14
2.2.3 Teori Gelombang Linear.....	14
2.2.4 Teori Gelombang Acak.....	15
2.2.5 Spektrum Gelombang JONSWAP .....	17
2.2.6 Transmisi Gelombang.....	17
2.2.7 Pemodelan fisik .....	18
2.2.8 Sebangun Geometrik .....	19
2.2.9 Analisis Dimensi .....	21
2.2.10 Tinjauan Teori Tentang Bentuk <i>Hexagonal</i> .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	23
3.1 Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ).....	23

3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	24
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	37
4.1 Analisis Data.....	37
4.1.1 Kalibrasi <i>Wave Probe</i> .....	37
4.1.2 Analisis Pengolahan Hasil Eksperimen .....	42
4.1.3 Analisis Dimensi .....	48
4.2 Analisis Perhitungan Hasil Eksperimen .....	49
4.2.1 Pengaruh Periode Gelombang Datang Terhadap Koefisien Transmisi.....	49
4.2.2 Pengaruh Tinggi Gelombang Datang Terhadap Koefisien Transmisi.....	50
4.2.3 Pengaruh Kecuraman Gelombang Terhadap Koefisien Transmisi.....	52
4.2.4 Perbandingan Hasil Koefisien Transmisi Skenario 1 dan 2 Peletakan <i>Wave Probe</i> .....	54
4.2.5 Perbandingan Koefisien Transmisi Hasil Uji Fisik dengan Pengujian Peneliti Sebelumnya .....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Penerapan <i>floating breakwater</i> pada daerah pantai.....	2
Gambar 2.1 Jenis floating breakwater berdasarkan materialnya.....	7
Gambar 2.2 Sketsa percobaan Peña et al. (2011) .....	8
Gambar 2.3 Skema layout CITEEC wave tank Peña et al (2011) .....	8
Gambar 2.4 Variasi model percobaan Peña et al (2011) .....	9
Gambar 2.5 Hasil koefisien transmisi dari percobaan Peña et al (2011) .....	9
Gambar 2.6 Sketsa percobaan Chun et al (2015) .....	10
Gambar 2.7 Skema layout wave tank percobaan Chun et al (2015).....	10
Gambar 2.8 Hasil koefisien transmisi dari percobaan Chun et al (2015) .....	11
Gambar 2.9 Hasil koefisien transmisi Wang dan Sun (2010) .....	12
Gambar 2.10 Sketsa definisi gelombang .....	13
Gambar 2.11 Parameter fungsi kedalaman relatif (Triatmodjo, 1999).....	14
Gambar 2.12 Karakteristik gelombang sinusoidal (SPM Vol.1, 1984) .....	15
Gambar 2.13 Definisi gelombang irregular (Bhattacharyya, 1972) .....	16
Gambar 2.15 Ilustrasi bentuk hexagonal floating breakwater.....	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian Transmisi Gelombang Hexagonal Floating Breakwater .....	24
Gambar 3.2 Bentuk konfigurasi <i>hexagonal floating breakwater</i> yang akan diuji coba.....	25
Gambar 3.3 Kolam Gelombang.....	25
Gambar 3.4 Control Panel.....	26
Gambar 3.5 Komputer Kontrol .....	26
Gambar 3.6 <i>Wave Probe</i> .....	27
Gambar 3.7 Blok diagram penyusunan <i>wave probe</i> (Miftah dkk, 2009) .....	27
Gambar 3.8 Perancangan frame wave probe (Miftah dkk, 2009) .....	29
Gambar 3.9 Perancangan rangkaian pengondisi sinyal (Miftah dkk, 2009) .....	30
Gambar 3.10 Penyusunan instrumen pengukuran pada flume tank .....	31
Gambar 3.11 Ukuran dimensi permodelan fisik dalam cm, (a) tampak atas, (b) tampak samping.....	32
Gambar 3.12 Percobaan model <i>hexagonal floating breakwater</i> di <i>flume tank</i> , (a) tampak atas, (b) tampak samping.....	35

Gambar 3.13 Pemasangan mooring line pada saat percobaan, (a) tampak depan, (b) tampak samping .....	35
Gambar 4.1 Input kalibrasi <i>wave probe</i> pada <i>wave tide meter software</i> .....	37
Gambar 4.2 Kalibrasi probe 1 .....	38
Gambar 4.3 Kalibrasi probe 2 .....	39
Gambar 4.4 Kalibrasi probe 3 .....	40
Gambar 4.5 Hasil tes gelombang regular .....	41
Gambar 4.6 Hasil tes gelombang irregular .....	42
Gambar 4.7 Diagram alir pengolahan data menggunakan WAVAN .....	43
Gambar 4.8 Perekaman gelombang .....	44
Gambar 4.9 Hasil pengolahan perekaman gelombang dengan WAVAN.....	46
Gambar 4.10 Pengaruh periode gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 1 peletakan <i>wave probe</i> .....	49
Gambar 4.11 Pengaruh periode gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 2 peletakan <i>wave probe</i> .....	50
Gambar 4.12 Pengaruh tinggi gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 1 peletakan <i>wave probe</i> .....	51
Gambar 4.13 Pengaruh tinggi gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 2 peletakan <i>wave probe</i> .....	51
Gambar 4.14 Pengaruh kecuraman gelombang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 1 peletakan <i>wave probe</i> .....	52
Gambar 4.15 Pengaruh kecuraman gelombang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 2 peletakan <i>wave probe</i> .....	53
Gambar 4.16 Perbandingan hasil koefisien transmisi ( $K_t$ ) berdasarkan peletakan <i>wave probe</i> .....	55
Gambar 4.17 Perbandingan model <i>floating breakwater</i> penulis dengan Chun (2015).....	56
Gambar 4.18 Perbandingan hubungan antara periode gelombang datang dengan koefisien transmisi pada <i>floating breakwater</i> dengan penelitian Chun (2015) .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi gelombang dan periode percobaan Chun et al (2015).....	11
Tabel 3.1 Perencanaan skala model untuk prototype .....	32
Tabel 3.2 Perencanaan desain pengujian model hexagonal floating breakwater di <i>wave flume</i> .....	32
Tabel 3.3 Skenario desain pengujian model <i>hexagonal floating breakwater</i> di <i>wave flume</i> dengan variasi kemiringan sudut tali .....	33
Tabel 3.4 Skenario desain pengujian model <i>hexagonal floating breakwater</i> di <i>wave flume</i> dengan variasi peletakan <i>wave probe</i> .....	34
Tabel 4.1 Kalibrasi probe .....	37
Tabel 4.2 Kalibrasi probe 1 .....	38
Tabel 4.3 Kalibrasi probe 2 .....	39
Tabel 4.4 Kalibrasi probe 3 .....	40
Tabel 4.5 Nilai persamaan linier dan regresi pada kalibrasi <i>wave probe</i> .....	41
Tabel 4.6 Perekaman tinggi gelombang .....	44
Tabel 4.7 Hasil penyusunan tinggi gelombang .....	45
Tabel 4.8 Perbandingan perhitungan manual dengan WAVAN .....	47
Tabel 4.9 Koefisien transmisi hasil pengolahan Program WAVAN.....	47
Tabel 4.10 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter Kt dengan Tp .....	50
Tabel 4.11 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter Kt dengan Hi .....	52
Tabel 4.12 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter Kt dengan $H_s/gT_p^2$ ... .....	53
Tabel 4.13 Perbandingan koefisien transmisi antara skenario 1 dan 2.....	54
Tabel 4.14 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter Kt dengan $H_s/gT_p^2$ ... .....	55

## DAFTAR NOTASI

$d$	: Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)
$H$	: Tinggi gelombang
$L$	: Panjang gelombang, jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan
$T$	: Periode gelombang
$C$	: Cepat rambat gelombang
$a$	: Amplitudo adalah jarak antara puncak atau titik tertinggi gelombang atau titik rendah gelombang dengan muka tenang ( $H/2$ ).
$\zeta$	: Elevasi gelombang
$\zeta_a$	: Amplitude gelombang semu
$T_r$	: Periode lintas nol semu
$T_c$	: Periode semu
$(\gamma_a)_m$	: Rapat massa model ( $\text{kg/m}^3$ )
$(\gamma_a)_p$	: Rapat massa prototipe ( $\text{kg/m}^3$ )
$(\gamma_w)_m$	: Rapat massa air tawar ( $\text{kg/m}^3$ )
$(\gamma_w)_p$	: Rapat massa air laut ( $\text{kg/m}^3$ )
$\gamma$	: <i>Peakness</i> parameter dengan harga 3.3
$\tau$	: <i>Shape</i> parameter
$H_i$	: Tinggi gelombang datang (m)
$H_t$	: Tinggi gelombang transmisi (m)
$T_i$	: Periode gelombang datang (detik)
$g$	: Percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
$K_t$	: Koefisien transmisi
$T_p$	: Periode puncak (detik)
$L_w$	: Panjang gelombang (m)
$D_w$	: Kedalaman air (m)
$D_s$	: Draft struktur (m)
$B_s$	: Lebar struktur (m)
$M_s$	: Massa struktur per satuan panjang (Kg)
$K_m$	: Kekakuan <i>mooring</i> (N/m)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Sebagai negara kepulauan yang memiliki potensi besar dalam sektor maritim, Indonesia banyak memiliki wilayah pantai. Beberapa pemanfaatan yang bisa dilakukan seperti pembangunan pelabuhan, aktivitas penangkapan ikan, tempat rekreasi, pemanfaatan sumber daya, tempat penghasil energi alternatif, dan lain-lain membuat daerah pantai menjadi multifungsi. Penggunaan daerah pantai cukup terbatas dikarenakan adanya aktivitas gelombang air, seperti gelombang pada kondisi badai, selain itu juga terdapat potensi adanya tsunami. Kondisi tersebut menimbulkan masalah-masalah yang menyangkut pantai. Berbagai masalah yang timbul salah satunya disebabkan oleh lingkungan kawasan pesisir yang dinamis dan selalu berubah. Proses perubahan yang terjadi di pantai merupakan akibat kombinasi berbagai gaya yang bekerja di pantai meliputi angin, gelombang (Triatmodjo, 1999).

Masalah yang biasa terjadi di daerah pantai yaitu abrasi, timbulnya abrasi ini disebabkan oleh aktivitas gelombang laut. Cara mengatasi abrasi pada pantai ini dapat dilakukan pencegahan dengan membangun sebuah struktur pelindung pantai untuk mengurangi energi gelombang. Salah satunya dengan membangun struktur *breakwater* atau pemecah gelombang, dimana kinerja struktur ini dengan meredam energi gelombang yang datang sehingga lebih rendah energinya ketika mengenai garis pantai.

Fungsi *breakwater* itu sendiri adalah untuk menurunkan ketinggian gelombang di daerah yang dilindungi, dimana desain akhir tergantung pada kondisi gelombang datang, kriteria perlindungan, biaya, dan pertimbangan lingkungan. Terdapat dua tipe *breakwater*, yaitu *fixed breakwater* dan *floating breakwater*. Untuk tipe *fixed breakwater* yang biasanya digunakan adalah tipe *rubblemound*, akan tetapi terdapat hambatan dalam penyediaan material batu alam sebagai badan dari struktur itu sendiri. Selain itu jika dipakai pada kedalaman lebih dari 10 feet maka akan membutuhkan biaya yang besar. Penggunaan *floating breakwater* merupakan solusi alternatif yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam beberapa dekade terakhir penelitian mengenai *floating breakwater* telah meningkat dengan memperhatikan keunggulannya yang mempunyai fleksibilitas untuk dikembangkan, memiliki efisiensi untuk meredam gelombang, struktur yang simple, murah, dan ukuran panjang yang efisien (Tazaki *et al.*, 1975). Biaya konstruksi *floating breakwater* bergantung pada kedalaman air dan *floating breakwater* tersebut dapat ditempatkan dengan mudah di tanah yang halus (Hyoung, 2015). Selain itu *floating breakwater* dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan *layouts* yang berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda (Hales, 1981). Dari segi konstruksi, kondisi tanah juga sangat berpengaruh. *Floating breakwater* lebih layak digunakan pada



kondisi tanah yang buruk karena tidak memberikan tekanan yang besar terhadap tanah dibawahnya (Fousert,2006). Untuk kekurangan dari penggunaan *floating breakwater* adalah konstruksinya yang berada diatas permukaan air, sehingga menjadi kurang efektif apabila kondisi badai terjadi dilokasi *floating breakwater* itu dipasang selain itu tidak cocok digunakan apabila mempunyai tinggi gelombang diatas 2 meter.

Banyak bentuk *floating breakwater* yang telah muncul dan telah diteliti. McCartney (1985) menyatakan terdapat empat tipe *floating breakwater* yang mencakup *box*, *pontoon*, *mat*, dan *tethered*. Dalam penelitian Chun Yan Ji *et al* (2015) dengan menggunakan model baru *floating breakwater* yang terdiri dua silinder yang kaku dan diantara kedua bagian sebuah sangkar berongga yang didalamnya terdapat bola-bola. Sedangkan, percobaan yang dilakukan E. Peña *et al* (2011) dengan model *floating breakwater* berbentuk balok persegi panjang yang memiliki dua lambung atau *catamaran*. Dari berbagai bentuk tersebut dilakukan analisis serta terdapat kelebihan dan kelemahan pada masing-masing bentuknya. Jenis yang paling umum digunakan adalah *floating breakwater* tipe *pontoon* persegi yang dihubungkan satu dengan yang lain dan ditambatkan ke dasar laut dengan menggunakan kabel atau rantai.



Gambar 1.1 Penerapan *floating breakwater* pada daerah pantai

Selain itu terdapat jenis *floaton* yang akhir-akhir ini mulai banyak digunakan. Unit *floaton* yang digunakan banyak menggunakan material *High Density Polyethylene* (Rezkirana, 2010). Dalam penelitian kali ini akan membuat jenis *floating breakwater* dengan bentuk *hexagonal*. Diharapkan bentuk *hexagonal* ini mempunyai hasil koefisien transmisi gelombang ( $K_t$ ) yang lebih rendah dari pada  $K_t$  yang dimiliki oleh *floating breakwater* jenis ponton maupun

floaton. Tinggi dan periode gelombang yang dikenakan pada model dijadikan variabel yang ikut menentukan besarnya koefisien transmisi gelombang (Murali and Mani, 1997).  $K_t$  merupakan perbandingan antara gelombang yang melewati *floating breakwater* terhadap gelombang datang. Semakin rendah nilai  $K_t$ , semakin baik kinerja penahan gelombang tersebut (Amono, 2004).

Dari penelitian ini diharapkan akan diketahui efektifitas model *hexagonal floating breakwater* dalam meredam beban gelombang serta mengetahui transformasi gelombang laut ketika mengenai dan melewati struktur model breakwater. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi struktur pelindung pantai khususnya struktur *breakwater* yang di butuhkan di perairan Indonesia.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun permasalahan yang akan diambil dalam penelitian mengenai *hexagonal floating breakwater* ini meliputi :

1. Bagaimana pengaruh variasi tinggi gelombang air laut terhadap kinerja *hexagonal floating breakwater* untuk menghasilkan nilai koefisien transmisi yang optimal ?
2. Sudut kemiringan tali berapa untuk menghasilkan nilai koefisien transmisi yang optimal terhadap kinerja *hexagonal floating breakwater* ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini dengan permasalahan yang telah diambil adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi tinggi gelombang air laut terhadap kinerja *hexagonal floating breakwater* untuk menghasilkan nilai koefisien transmisi yang optimal
2. Mengetahui besaran sudut kemiringan tali untuk menghasilkan nilai koefisien transmisi yang optimal terhadap kinerja *hexagonal floating breakwater*

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil yang didapatkan dapat dimanfaatkan oleh suatu instansi yang akan menerapkan perlindungan wilayah pesisir terhadap abrasi
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh variasi tinggi gelombang air laut terhadap kinerja *hexagonal floating breakwater* untuk menghasilkan nilai koefisien transmisi yang optimal
3. Memberikan informasi mengenai besaran kemiringan sudut tali terhadap kinerja *hexagonal floating breakwater* untuk menghasilkan nilai koefisien transmisi yang optimal

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Percobaan model *hexagonal floating breakwater* dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan Laut pada kolam gelombang (*flume tank*) Departemen Teknik Kelautan
2. Model yang digunakan dalam percobaan menggunakan bahan PLA (*Polylactic Acid*).
3. Variasi tinggi dan periode gelombang sesuai dengan skenario pengujian
4. Sudut kemiringan tali *floating breakwater* sudah ditentukan sesuai dengan skenario pengujian
5. Pengujian ini hanya menguji transmisi ketinggian gelombang yang terjadi sebelum dan sesudah mengenai *floating breakwater*
6. Tidak memperhitungkan *scouring*
7. Gelombang yang terefleksi tidak diperhitungkan
8. Data gelombang yang digunakan saat uji *floating breakwater* dengan tinggi gelombang 3 cm, 4 cm, 5 cm dan periode gelombang 1.1 s, 1.3 s, 1.5 s

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah:

- a. BAB I. PENDAHULUAN  
Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam percobaan, manfaat yang diperoleh setelah percobaan ini berhasil dilakukan, batasan masalah yang membatasi Analisis yang dilakukan, dan sistematika penulisan tugas akhir.
- b. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI  
Bab ini berisi referensi dan teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam menyelesaikan tugas akhir. Referensi tersebut bersumber pada jurnal nasional maupun internasional, literatur, dan buku yang berkaitan dengan topik yang dibahas.
- c. BAB III. METODOLOGI PENELITIAN  
Bab ini berisi alur pengerjaan tugas akhir dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang diangkat dalam bentuk diagram alir atau *flow chart* yang disusun secara sistematis yang dilengkapi pula dengan data-data penelitian serta penjelasan untuk setiap langkah pengerjaannya.
- d. BAB IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN  
Bab ini menjelaskan pembahasan dari hasil analisis-analisis yang telah dilakukan pada penelitian, meliputi Analisis hasil, dan pembahasan hasil analisis.

e. **BAB V. PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan tujuan yang hendak dicapai pada tugas akhir, serta memberikan saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

*Floating breakwater* merupakan suatu sistem peredaman gelombang dipermukaan air dengan konstruksi terendam dalam air dan sebagian lagi dipermukaan air. Contoh *floating breakwater* yang terbuat dari beton dan plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



\* Pemecah gelombang dari beton

\* pemecah gelombang dari HDPE

Gambar 2.1 Jenis floating breakwater berdasarkan materialnya

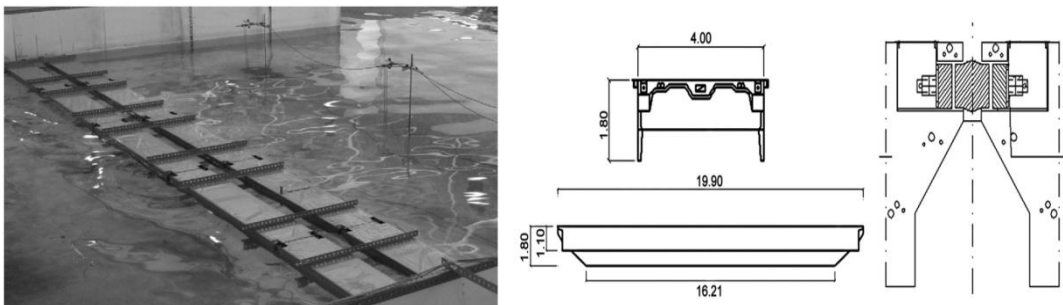
Berdasarkan konstruksinya peredaman gelombang jenis apung ada yang di pile dan ada pula yang dijangkar di dasar laut. *Floating breakwater* ini memiliki beberapa keuntungan antara lain (Hales, 1981 dan McCartney, 1985) :

1. Dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan *layouts* berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda
2. Lebih murah dibandingkan dengan *fixed breakwater* untuk laut dalam (kedalaman > 3.05 m)
3. Dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan *layouts* yang berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda
4. Kondisi tanah yang buruk memungkinkan digunakannya *floating breakwater* dari pada *fixed breakwater* Lebih memiliki nilai estetika dibandingkan *fixed breakwater*
5. Meminimalisasi pengaruh akibat sirkulasi air, transpot sediment, dan migrasi ikan

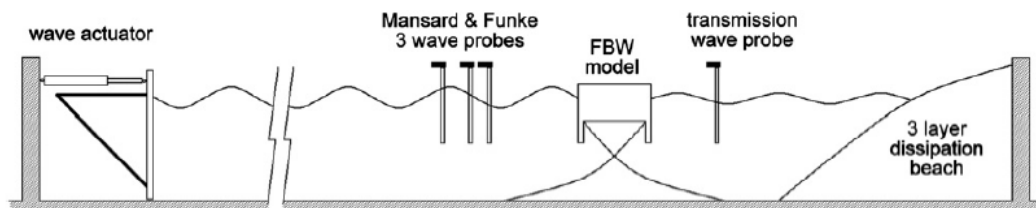
Sedangkan kerugian jika menggunakan *floating breakwater*, antara lain sebagai berikut (Tsinker 1995) :

1. Jika dibandingkan dengan breakwater pada umumnya, *floating breakwater* lebih membutuhkan biaya yang lebih besar dalam perawatannya
2. *Floating breakwater* tidak terlalu efektif dalam mengurangi tinggi gelombang untuk gelombang kecil dibandingkan *fixed breakwater*, batas atas untuk desain periode gelombang adalah pada kisaran 4-6 detik (sama dengan minimum frekuensi, 1.0 rad/s-1.6 rad/s)
3. *Floating breakwater* rawan mengalami kegagalan struktur jika ada badai
4. Jika strukturnya gagal dan dalam keadaan masih terikat dengan mooringnya, maka *floating breakwater* mungkin akan menimbulkan suatu bahaya.

Perkembangan *floating breakwater* sendiri meningkat secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Banyak penelitian yang berkaitan dengan *floating breakwater* dalam fungsinya sebagai pemecah gelombang. Penelitian ini akan terus dilakukan untuk mendapatkan fungsi *breakwater* secara optimal dalam memecah gelombang air. Seperti yang telah dilakukan oleh Peña *et al* (2011) dengan model *floating breakwater* yang terdiri dari 9 bagian dimana tiap bagiannya berbentuk balok persegi panjang memiliki dua lambung atau *catamaran* seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sketsa percobaan Peña et al. (2011)


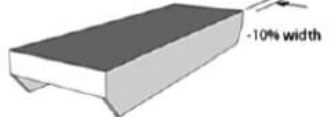

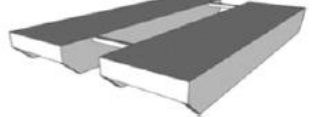


Gambar 2.3 Skema layout CITEEC wave tank Peña et al (2011)

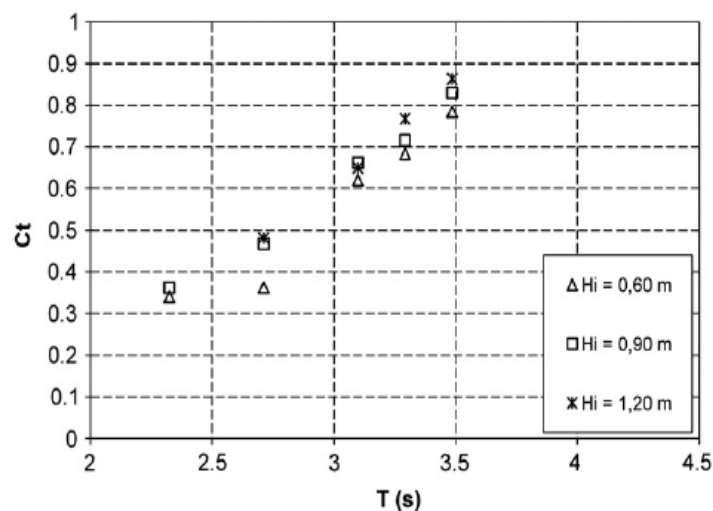
Struktur *floating breakwater* dalam penelitian yang dilakukan oleh Peña *et al* (2011) dibuat dengan menggunakan inti busa (*foam*) yang dilapisi beton ringan sebagai pelindungnya. Gambar 2.5 merupakan hasil koefisien transmisi dari penelitian Peña *et al* (2011) yang mencapai nilai kurang dari 0,9 dengan perubahan  $T$ . Dimana  $T$  adalah periode gelombang dengan satuan detik. Penelitian ini dilakukan pada *wave tank* milik CITEEC (*R+D Centre in Building and Civil*



Engineering) di *University of A Coruña*, Spanyol, untuk skema peyusunannya bisa dilihat pada Gambar 2.3. Dimensi *wave tank* tersebut memiliki panjang 34 m, lebar 32 m, dan kedalaman 1,1 m. Pada penelitian ini lebar *wave tank* dikurangi menjadi 12 m untuk menyesuaikan dengan skala percobaan. Dalam pengujiannya Peña *et al* menggunakan variasi periode gelombang dengan rentang dari 2.25 sampai 4.7 detik, tinggi gelombang dari 0.60 sampai 1.20 m dengan menggunakan gelombang regular. Untuk kedalaman air yang diterapkan yaitu 5.25, 6.75, dan 8.25 m. Variasi model *floating breakwater* yang diuji Peña *et al* (2011) bisa dilihat pada Gambar 2.4.

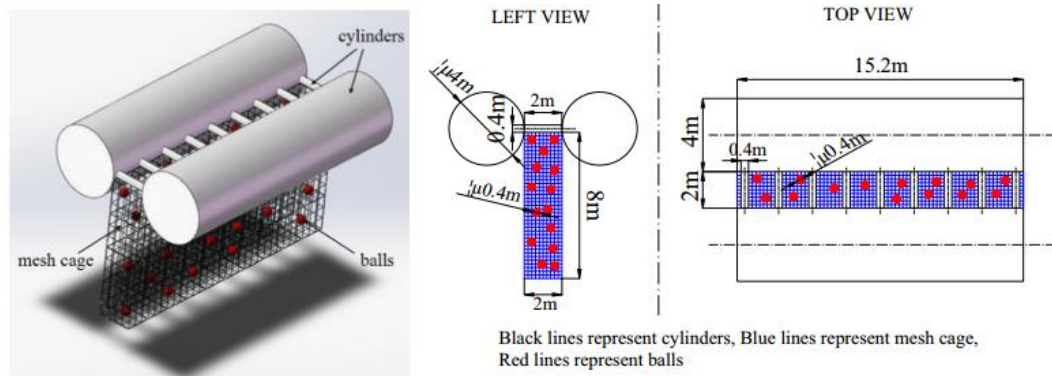
Nomenclature	Description	
Model A (Baiona Port FB)	Baiona Port FB	
Model B	Width reduction (10%) regarding model A	
Model C	Lateral fin prolongation (50%) regarding model A	
Model D (Catamaran typology)	Two parallel module rows, with different separations	

Gambar 2.4 Variasi model percobaan Peña et al (2011)

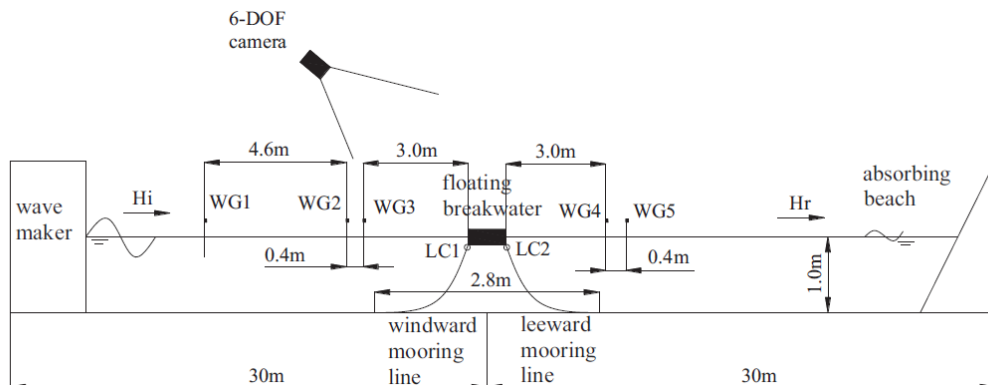


Gambar 2.5 Hasil koefisien transmisi dari percobaan Peña et al (2011)

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Chun *et al* (2015) dengan menggunakan model baru *floating breakwater* yang terdiri dari dua bagian dimana bagian utamanya terdapat dua silinder yang kaku dan diantara kedua bagian silinder terdapat sebuah sangkar berongga dimana terdapat bola-bola didalamnya seperti pada Gambar 2.6. Bola ini berfungsi untuk menyerap energi gelombang menjadi energi mekanik. Dari penelitian ini diperoleh hasil yang lebih baik dari pada bentuk tradisional dengan *double ponton* dan *box floating breakwater*.



Gambar 2.6 Sketsa percobaan Chun et al (2015)

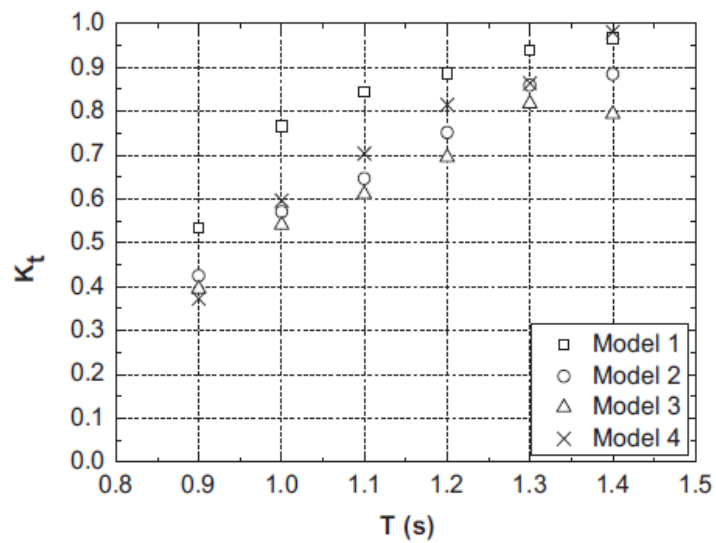


Gambar 2.7 Skema layout wave tank percobaan Chun et al (2015)

Hasil dari percobaan yang dilakukan Chun *et al* (2015) memiliki nilai koefisien transmisi kurang dari 1 dengan perubahan  $T$  yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Perubahan  $T$  atau variasi periode gelombang yang digunakan dalam satuan detik. Penelitian ini dilakukan pada *wave flume* milik *Hydraulics Modeling Laboratory of Ocean University* di Cina, dengan skema peyusunannya bisa dilihat pada Gambar 2.7. Memiliki dimensi dengan panjang 60 m, lebar 3 m, dan kedalaman 1,5 m. Pada percobaan lebar dikurangi menjadi 0,8 m untuk menyesuaikan skala percobaan. Untuk variasi gelombang yang diuji coba oleh Chun *et al* (2015) bisa dilihat pada Tabel 2.1.

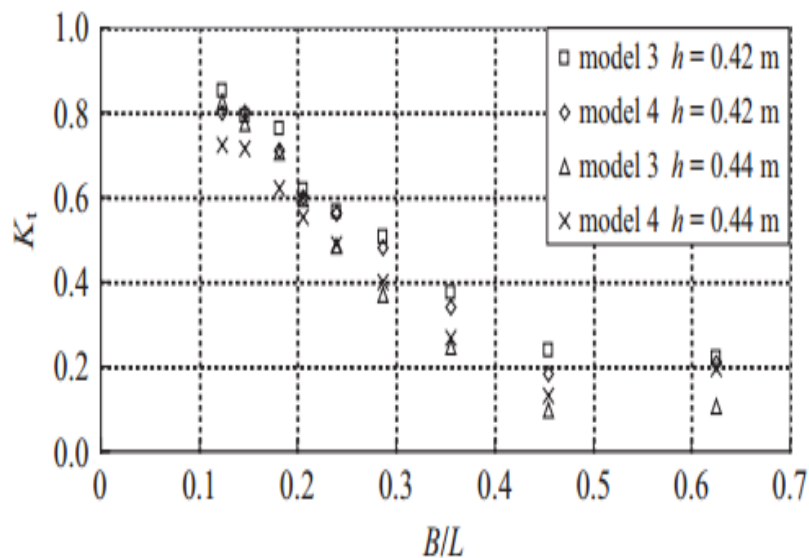
Tabel 2.1 Variasi gelombang dan periode percobaan Chun et al (2015)

$H_p$ (m)	$T_p$ (s)	$H$ (m)	$T$ (s)
2.0	4.47	0.1	1
2.5	4.47	0.125	1
3.0	4.02, 4.47, 4.92, 5.37, 5.81, 6.26	0.15	0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4
3.5	4.47	0.175	1
4.0	4.47, 4.92, 5.37, 5.81, 6.26	0.2	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4



Gambar 2.8 Hasil koefisien transmisi dari percobaan Chun et al (2015)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Sun (2010) dengan model *floating breakwater* berbentuk jajar genjang, yang terdiri dari beberapa layer yang dikombinasikan menjadi satu bagian. Gambar 2.9 merupakan hasil koefisien transmisi dari penelitian Wang dan Sun (2010) yang mencapai nilai kurang dari 1 dengan perubahan  $B/L$ . Dimana  $B$  adalah lebar model dan  $L$  panjang gelombang.



Gambar 2.9 Hasil koefisien transmisi Wang dan Sun (2010)

Dengan meninjau dari berbagai bentuk dan data yang sudah diteliti, penulis akan melakukan percobaan membuat model baru *floating breakwater* dengan bentuk *hexagonal*. Diharapkan model baru *hexagonal floating breakwater* ini dapat memberikan hasil yang optimal jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dan kedepannya dapat diterapkan di perairan Indonesia.

## 2.2 Landasan Teori

Dasar teori merupakan teori yang berhubungan atau digunakan dalam perhitungan maupun pembahasan.

### 2.2.1 Gelombang Laut

Berdasarkan penyebab terjadinya ada beberapa pengertian gelombang yaitu, gelombang laut yang terjadi karena adanya tiupan angin di permukaan air laut; gelombang pasang surut yang terjadi karena adanya gaya tarik – menarik antara bumi, bulan dan matahari; gelombang tsunami yang terjadi karena adanya letusan gunung berapi, gerakan lempeng bumi atau gempa di dasar laut; dan gelombang riak yang terjadi karena adanya kapal yang bergerak. (Triatmodjo, 1999). Parameter penting gelombang laut meliputi panjang gelombang, tinggi gelombang, dan kedalaman air. Parameter-parameter yang lain seperti kecepatan dan percepatan dapat ditentukan dari ketiga parameter pokok diatas.

Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau titik tertinggi gelombang yang berurutan, bisa juga dikatakan sebagai jarak antara dua lembah gelombang ( $gT^2$ )

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh kd \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana k adalah angka gelombang dengan persamaan :

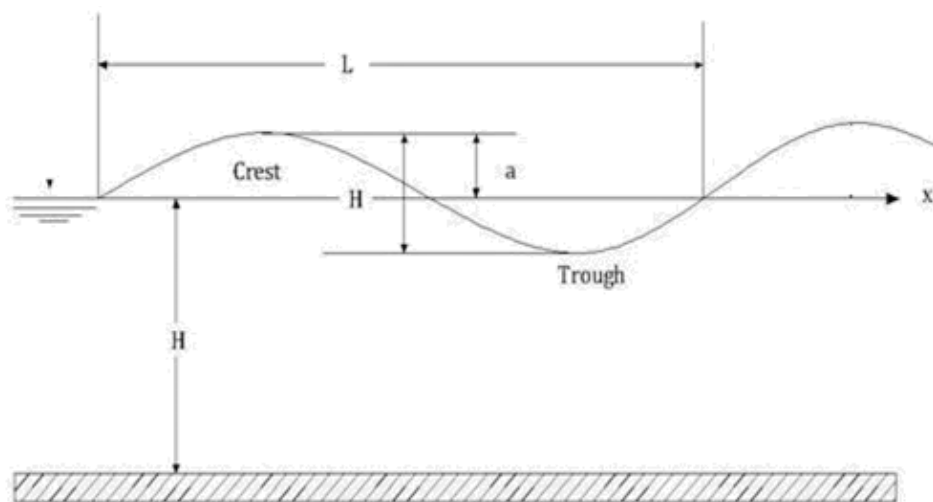
$$k = \frac{2\pi}{L} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan menggunakan cara iterasi maka persamaan 2.1 dapat diselesaikan untuk menentukan panjang gelombang (L). Untuk mendapatkan nilai cepat rambat gelombang (C) yang merupakan perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang (L/T) dimana periode gelombang merupakan waktu yang dibutuhkan oleh dua puncak atau lembah gelombang gelombang yang berurutan melewati suatu titik tertentu. Maka persamaan untuk menentukan C adalah:

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_o}\right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Gambar 2.7 menunjukkan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x-y dimana gelombang menjalar pada arah sumbu x. Dengan notasi yang digunakan adalah:

- d : Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)
- H : Tinggi gelombang
- L : Panjang gelombang, jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan
- T : Periode gelombang
- C : Cepat rambat gelombang
- a : Amplitudo adalah jarak antara puncak atau titik tertinggi gelombang atau titik rendah gelombang dengan muka tenang (H/2).



Gambar 2.10 Sketsa definisi gelombang

### 2.2.2 Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air  $d$  dan panjang gelombang  $L$ , ( $d/L$ ), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu :

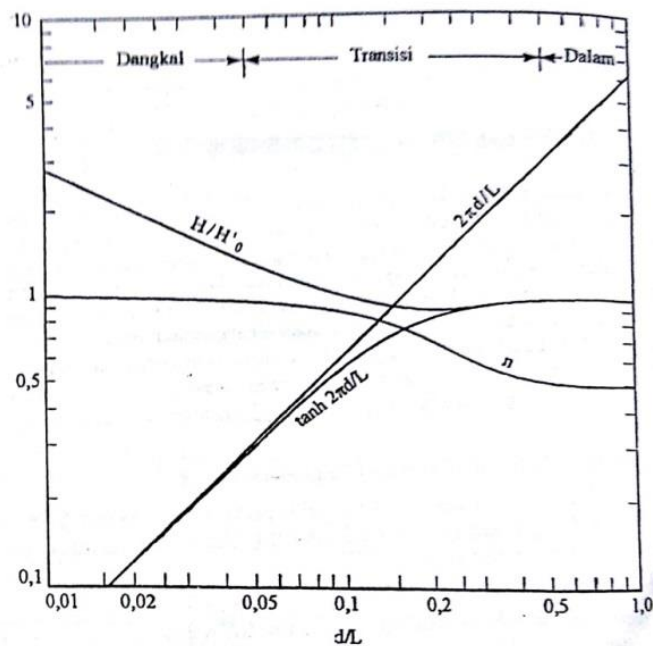
- Gelombang di laut dangkal jika  $d/L \leq 1/20$
- Gelombang di laut transisi jika  $1/20 < d/L < 1/2$
- Gelombang di laut dalam jika  $d/L \geq 1/2$

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus-rumus gelombang. Penyederhanaan ini dapat dijelaskan dengan menggunakan Gambar 2.11 yang menunjukkan berbagai parameter sebagai fungsi dari kedalaman relatif.

Apabila kedalaman relatif  $d/L$  adalah lebih besar dari 0,5 maka nilai  $\tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) = 1,0$  sehingga persamaan 2.1 dan 2.4 menjadi

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.11 Parameter fungsi kedalaman relatif (Triatmodjo, 1999)

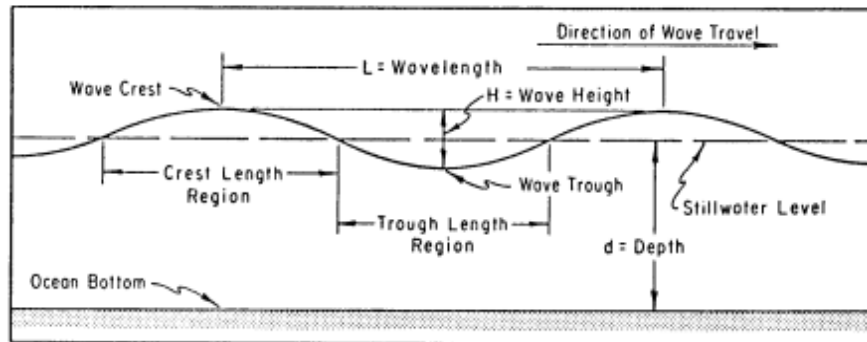
Indeks 0 menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut adalah untuk kondisi dilaut dalam. Apabila percepatan gravitasi adalah  $9,81 \text{ m/s}^2$  maka 2.5 menjadi :

$$L_0 = 1.56 T^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

### 2.2.3 Teori Gelombang Linear

Gerakan gelombang secara sederhana dapat direpresentasikan sebagai gelombang yang sinusoidal, *long-crested*, dan *progressive*. Sinusoidal memiliki arti bahwa gelombang bentuk seperti kurva sinus yang berulang-ulang. *Long-*

*crested* memiliki arti bahwa gelombang merupakan suatu rangkaian puncak gelombang yang panjang dan paralel, memiliki ketinggian dan jarak yang sama diantara dua puncak gelombang (*equidistant*). *Progressive* berarti gelombang bergerak dengan kecepatan yang konstan dan tanpa perubahan bentuk. Bentuk gelombang sinusoidal sederhana ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Karakteristik gelombang sinusoidal (SPM Vol.1, 1984)

Profil gelombang memiliki bentuk yang sinusoidal, maka persamaanya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(x, t) = asin(kx - \omega t) \dots \dots \dots (2.8)$$

Untuk tinggi gelombang reguler dalam pencatatannya dapat didekati dengan nilai reratanya sebagai berikut :

$$\bar{H} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\bar{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \dots \dots \dots (2.10)$$

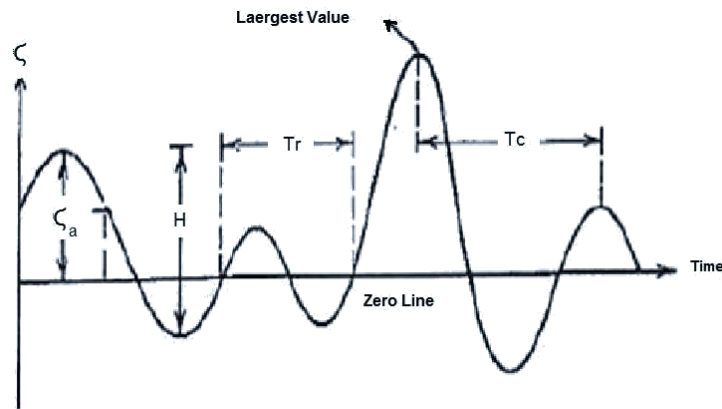
Dimana N adalah jumlah gelombang yang terjadi.

#### 2.2.4 Teori Gelombang Acak

Secara umum gelombang dilaut sangat kompleks dan sulit untuk digambarkan dalam bentuk matematis, hal ini diakibatkan oleh ketidaklinernya tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang acak. Dimana suatu deret gelombang memiliki tinggi dan periode yang berbeda. Menurut Bhattacharyya (1972), gelombang acak (*irregular*) memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Permukaan gelombang yang tidak beraturan, selalu berubah dari waktu ke waktu dan bervariasi dari tempat ke tempat, tergantung oleh kecepatan angin.
- b. Permukaan gelombang merupakan permukaan yang tidak beraturan.
- c. Dari interval ke interval, pola atau bentuk gelombang *irregular* tidak pernah berulang, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13.





Gambar 2.13 Definisi gelombang irregular (Bhattacharyya, 1972)

Dimana :

- $\zeta$  = Elevasi gelombang
- $\zeta_a$  = Amplitude gelombang semu (*apparent wave amplitude*)
- $H$  = Tinggi gelombang semu (*apparent wave height*)
- $T_r$  = Periode lintas nol semu (*apparent zero closing period*)
- $T_c$  = Periode semu (*apparent period*)

Pengukuran gelombang acak dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *zero upcrossing method* dan *zero downcrossing method*. Untuk *zero upcrossing method* hal pertama yang perlu dilakukan adalah menetapkan titik nol, dimana titik nol ini adalah elevasi rerata dari permukaan air berdasarkan fluktuasi muka air pada waktu pencatatan. Pemberian tanda titik perpotongan antara kurva naik dan garis nol, kemudian titik tersebut ditetapkan sebagai awal dari satu gelombang. Jarak antar kedua titik tersebut adalah periode gelombang pertama ( $T_1$ ). Sedangkan jarak vertikal antara titik tertinggi dan terendah diantara kedua titik tersebut adalah tinggi gelombang pertama ( $H_1$ ). Selanjutnya dilakukan penelusuran lagi untuk mendapatkan gelombang kedua, ketiga dan seterusnya.

Metode *zero downcrossing* mempunyai prosedur yang sama, tetapi titik yang dicatat adalah pertemuan antara kurva turun dan garis nol (Triatmodjo, 2011). Dalam pencatatan gelombang *irregular* dengan luaran berupa tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) atau  $H_{1/3}$  dari jumlah gelombang yang tercatat menjadi :

$$H_s = H_{1/3} = \frac{1}{N/3} \sum_{j=1}^{N/3} H_j \dots\dots\dots(2.11)$$

$$T_s = T_{1/3} = \frac{1}{N/3} \sum_{j=1}^{N/3} T_j \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana  $j$  adalah data yang diurutkan sesuai tinggi gelombang. Selain  $H_s$  ada juga gelombang yang biasanya digunakan dalam perancangan yaitu  $H_{1/10}$  (tinggi gelombang rata-rata pada satu persepuluh data gelombang tertinggi).

### 2.2.5 Spektrum Gelombang JONSWAP

Spektrum parameter tunggal yang paling sering digunakan adalah model Pierson-Moskowitz yang berdasarkan pada tinggi gelombang signifikan atau kecepatan angin. Selain itu beberapa spektrum parameter ganda yang bisa digunakan adalah Bretschneider, Scott, ISSC. Sedangkan spektrum JONSWAP merupakan spektrum yang menggunakan lima parameter, namun biasanya tiga diantaranya adalah konstan. Model *spectral* yang lebih kompleks lagi adalah model yang diciptakan oleh Ochi dan Hubble dengan menggunakan enam parameter. Spektrum ini menggambarkan dua puncak pada spektrum energi

Spektra JONSWAP dikemukakan oleh Hasselman (1973) berdasarkan percobaan yang dilakukan di North Sea. Formula atau persamaan untuk spektrum JONSWAP dapat ditulis dengan modifikasi dari persamaan P-M, yaitu

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[ -1.25 \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma^{\exp \left[ \frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right]} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

- $\gamma$  = Peakness parameter (3.3)
- $\tau$  = Shape parameter
- = 0.07, jika  $\omega \leq \omega_0$
- = 0.09, jika  $\omega \geq \omega_0$
- $\alpha$  =  $0.076 (x_0)^{-0.22}$  ketika x tidak diketahui maka  $\alpha = 0.00819$
- $\omega_0$  =  $2\pi(g/u\omega_0)(x_0)^{-0.33}$
- $x_0$  =  $gx/u\omega_0^2$
- $\omega_0^2$  =  $0.161 g/H_s$

### 2.2.6 Transmisi Gelombang

Respon garis pantai terhadap keberadaan pemecah gelombang dikendalikan oleh sedikitnya 14 variabel (Hanson dan Kraus, 1990) delapan diantaranya adalah variabel yang sangat berperan yaitu:

- a. Jarak dari pantai
- b. Panjang struktur
- c. Karakteristik dasar pantai
- d. Tinggi gelombang
- e. Periode gelombang
- f. Orientasi sudut dari struktur
- g. Arah gelombang dominan

Analisis transformasi gelombang pada pemecah gelombang dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai variabel non-dimensional dalam bentuk grafik. Proses transmisi gelombang didefinisikan sebagai koefisien transmisi ( $K_t$ ), yaitu rasio antara tinggi gelombang transmisi ( $H_t$ ) dan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) atau akar dari energi gelombang transmisi ( $E_t$ ) dengan energi gelombang datang ( $E_i$ ).

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \left( \frac{E_t}{E_i} \right)^2 \dots\dots\dots(2.14)$$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien transmisi tergantung dari tinggi relatif pemecah gelombang dan kecuraman gelombang. Efek tinggi gelombang datang, kemiringan sisi struktur, dan lebar puncak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya transmisi gelombang. Struktur dengan sisi lebih curam (sudut lebih besar), melewatkan gelombang lebih besar dibandingkan dengan sisi yang lebih landai, baik untuk kondisi puncak tenggelam maupun tidak. Secara fisik perbedaan ini dapat dijelaskan dengan efek gesekan dasar. Energi gelombang yang berjalan sepanjang *slope* akan terdispasi melalui gesekan permukaan. Sisi yang landai mempunyai panjang yang lebih besar dibandingkan dengan sisi tegak, sehingga energi gelombang akan terdispasi lebih besar yang menyebabkan transmisi gelombang menjadi lebih kecil.

### 2.2.7 Pemodelan fisik

Pemodelan fisik dapat dikatakan sebagai percobaan yang dilakukan dengan membuat bentuk model yang sama dengan prototipenya atau menggunakan model yang lebih kecil dengan kesebangunan atau similaritas yang cukup memadai. Pemodelan fisik dilakukan apabila fenomena dari permasalahan yang ada pada prototipe sulit untuk diperoleh karena berbagai keterbatasan.

Keuntungan digunakan pemodelan fisik ini antara lain model fisik mengintegrasikan semua persamaan pembangkit suatu proses tanpa adanya penyederhanaan asumsi, menyediakan data yang akurat, tetapi biasanya membutuhkan biaya yang tinggi dan memuat variabel alam yang dapat menyebabkan kesulitan dalam interpretasi data.

Dilaboratorium kondisi model bisa diatur dan dikontrol sesuai dengan yang dikehendaki. Pemindahan ke laboratorium ini tentunya harus memenuhi kesebangunan dan pertimbangan dimensi secara benar. Diharapkan bentuk model fisik yang dibuat bisa mewakili perilaku aslinya walaupun hanya dalam bentuk pendekatan. Pemindahan dilakukan kadang-kadang dengan menggunakan pengecilan ukuran (skala) sesuai dengan fasilitas laboratorium. Hal yang harus diperhatikan adalah adanya kesamaan parameter-parameter dominan antara model dengan prototipe, agar perilaku model bisa diinterpretasikan kembali ke prototipe.

Studi model dimaksudkan untuk meneruskan segala permasalahan yang ada di prototipe ke suatu model yang dapat dibuat dan dikontrol di laboratorium. Tugas dan peranan model diantaranya adalah:

- a. Meramalkan kemungkinan yang akan terjadi setelah bangunan dibuat.
- b. Mendapatkan suatu tingkat keyakinan yang tinggi akan keberhasilan suatu perencanaan bangunan.
- c. Mengetahui dan meramalkan penampilan bangunan serta pengaruhnya terhadap lingkungan.

### 2.2.8 Sebangun Geometrik

Ada dua jenis yang dapat digunakan dalam pemakaian skala model fisik hidraulika yaitu, skala model sama (*undistorted model*) dan skala model yang tidak sama (*distorted model*). Skala model sama adalah skala yang dipakai dalam pembuatan model dimana perbandingan skala mendatar dan skala tegak adalah sama. Sedangkan skala model yang tidak sama adalah perbandingan antar skala mendatar dan skala tegak yang tidak sama.

Hubungan skala yang digunakan untuk pembuatan model fisik dibedakan menjadi dua kelompok :

- a. *Scale Law* merupakan hubungan antar skala parameter yang harus dipenuhi (dalam hal ini adalah *roughnes condition* dan *froude condition*).
- b. *Scale Condition* merupakan hubungan antar skala parameter yang harus dipenuhi untuk menghindari *scale effect* (dalam hal ini adalah kriteria kesebangunan).

Hubungan antara model dan prototipe dipengaruhi oleh hukum-hukum sifat sebangun hidrolika. Perbandingan antara prototipe dan model disebut dengan skala model. Dalam merencanakan suatu model terdapat sifat-sifat kesebangunan model, yang amat menentukan ketelitian model tersebut. Yang dimaksudkan dengan kesebangunan tersebut adalah :

- a. Sebangun geometris, disebut juga dengan sebangun bentuk. Yaitu perbandingan antara ukuran analog prototipe dengan model harus sama besarnya. Perbandingan yang digunakan adalah panjang, luas dan volume.

$$n_l = \frac{\text{ukuran di prototipe}}{\text{ukuran di model}} = \frac{l_p}{l_m} \dots \dots \dots (2.15)$$

Semua ukuran pada titik sembarang di model dan prototipe harus mempunyai skala yang sama. Sebangun geometris sempurna tidak selalu mudah dicapai, sehingga kekasaran permukaan dari model yang kecil tidak mungkin merupakan hasil dari skala model, tetapi hanya dibuat permukaan yang lebih licin daripada prototipe.

- b. Sebangun kinematis, yaitu sebangun gerakan. Sebangun kinematis dipenuhi apabila aliran pada model dan prototipe sebangun. Perbandingan yang digunakan adalah waktu, kecepatan dan percepatan.

- Skala waktu :

$$n_T = \frac{T_p}{T_m} \dots \dots \dots (2.16)$$

- Skala kecepatan :

$$n_T = \frac{V_p}{V_m} = \frac{\frac{l_p}{T_p}}{\frac{l_m}{T_m}} = \frac{n_L}{n_T} \dots \dots \dots (2.17)$$

- Skala percepatan:

$$n_a = \frac{a_p}{a_m} = \frac{\frac{l_p}{T_p^2}}{\frac{l_m}{T_m^2}} = \frac{n_L}{n_T} \dots\dots\dots(2.18)$$

- c. Sebangun dinamis, yaitu kesebangunan gaya-gaya yang terjadi bila gerakannya sebangun kinematis, dan rasio dari massa yang bergerak serta gaya penyebabnya sudah homolog besarnya.

Menurut Hughes (1993), Skala berat untuk armor dihitung dengan merasiokan prototipe terhadap model, hal ini dapat dinyatakan:

$$W_a = \gamma_a V \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan :

$W_a$  = Berat armor (kg)

$\gamma_a$  = Berat jenis armor (kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = Volume armor (m<sup>3</sup>)

Rapat massa dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$(\gamma_a)_m = (\gamma_a)_p \times \frac{(\gamma_w)_m}{(\gamma_w)_p} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan :

$(\gamma_a)_m$  = Rapat massa model (kg/m<sup>3</sup>)

$(\gamma_a)_p$  = Rapat massa prototipe (kg/m<sup>3</sup>)

$(\gamma_w)_m$  = Rapat massa air tawar (kg/m<sup>3</sup>)

$(\gamma_w)_p$  = Rapat massa air laut (kg/m<sup>3</sup>)

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai hubungan skala berat ( $N_{wa}$ ) sebagai berikut (Hughes, 1993)

$$N_{wa} = N_{\gamma_a} \times N_L^3 \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan :

$N_{wa}$  = Nilai perbandingan antara rapat massa prototipe dengan rapat massa model

Dengan demikian berat model dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$(W_a)_m = \frac{(W_a)_p}{N_{wa}} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

$(W_a)_m$  = Berat model (kg)

$(W_a)_p$  = Berat prototipe (kg)  
 $Nw_a$  = Angka skala berat armor

### 2.2.9 Analisis Dimensi

Gelombang yang menghempas ke *floating breakwater* akan mengakibatkan terjadinya transmisi gelombang untuk gelombang yang diteruskan melewati struktur. Besar dari transmisi gelombang dan refleksi gelombang yang terjadi ditunjukkan dari nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ) yang terjadi pada pengujian *floating breakwater* dipengaruhi oleh tinggi gelombang datang, periode, gravitasi, dll. Variabel-variabel yang mungkin terjadi dengan terjadinya koefisien transmisi pada *floating breakwater* adalah sebagai berikut (Moorey, 1998):

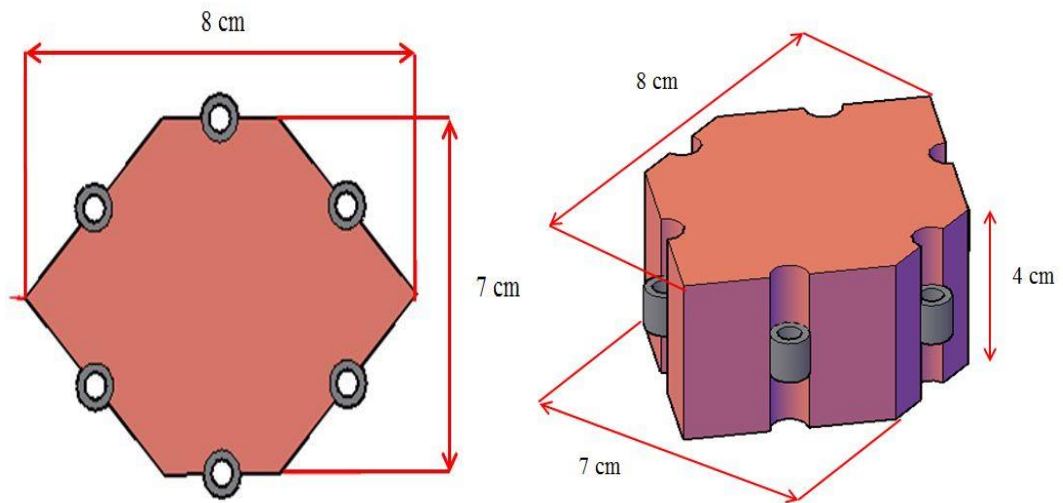
$$H_t = \phi(H_i, L_w, D_w, B_s, D_s, M_s, K_m) \dots \dots \dots (2.23)$$

Dengan nilai parameter sebagai berikut :

$H_t$  = Tinggi gelombang transmisi (m)  
 $H_i$  = Tinggi gelombang datang (m)  
 $L_w$  = Panjang gelombang (m)  
 $D_w$  = Kedalaman air (m)  
 $B_s$  = Lebar struktur (m)  
 $D_s$  = Draft struktur (m)  
 $M_s$  = Massa struktur per satuan panjang (Kg)  
 $K_m$  = Kekakuan mooring (N/m)

### 2.2.10 Tinjauan Teori Tentang Bentuk *Hexagonal*

Bentuk hexagon merupakan sebuah bentuk yang mendekati bentuk lingkaran dan memiliki rasio tepi yang rendah. Bentuk hexagon juga hampir menyerupai bentuk dari lambung kapal. Dimana lambung kapal menyediakan daya apung yang dapat mencegah kapal tenggelam. Dengan bentuk hexagonal ini, kapasitas ruang rongga udaranya akan jauh lebih besar dari pada bentuk segitiga maupun persegi panjang. Sehingga dengan rongga udara yang besar maka memiliki daya apung (*buoyancy*) yang jauh lebih besar pula. *Hexagonal* juga memiliki perimeter yang lebih rendah jika dibandingkan dengan persegi empat dimana area yang dimiliki sama. Gambar 2.15 dibawah ini merupakan salah satu ilustrasi rancangan dari konfigurasi *hexagonal floating breakwater* yang akan diteliti dalam penelitian ini. Hal menarik dengan bentuk *hexagonal* ini yaitu memiliki variasi susunan bentuk yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan bentuk-bentuk *floating breakwater* lainnya, seperti bentuk ponton maupun persegi.



Gambar 2.15 Ilustrasi bentuk hexagonal floating breakwater

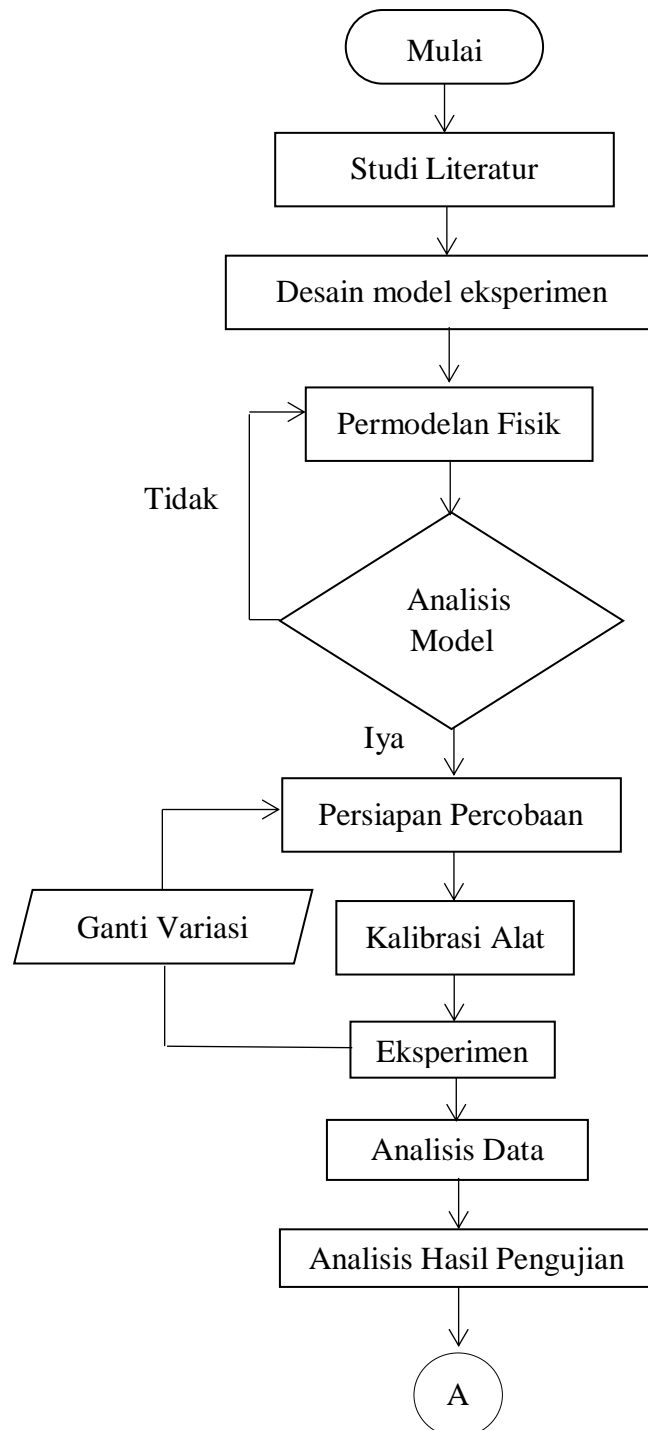


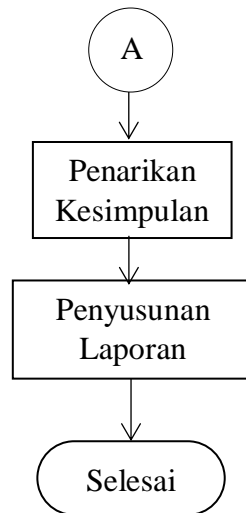
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)

Metode pelaksanaan dalam penelitian yang digunakan, secara garis besar ditunjukkan pada gambar 3.1 di bawah ini:





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian Transmisi Gelombang Hexagonal Floating Breakwater

### 3.2 Penjelasan Diagram Alir

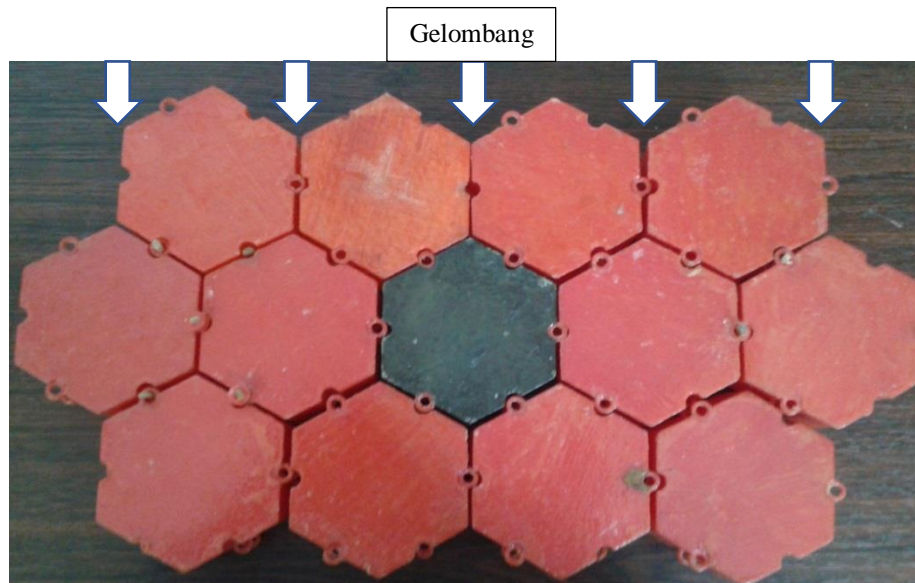
Berdasarkan diagram alir di atas, dapat dijelaskan langkah-langkah dalam penelitian pada tugas akhir di bawah ini:

#### 1. Pengkajian Masalah

Berdasarkan informasi dan data yang telah didapatkan, diketahui bahwa masih banyak hasil penelitian mengenai *floating breakwater* yang memberikan hasil transmisi gelombang yang masih kurang optimal. Masalah yang dikaji dalam penelien ini adalah tentang bagaimana mendapatkan hasil transmisi gelombang yang optimal, agar meningkatkan perlindungan wilayah pantai terhadap ancaman abrasi.

#### 2. Desain Model Eksperimen

Dalam penelitian ini akan menggunakan jenis permodelan fisik yang dibuat dari bahan plastik atau yang lainnya. Pembuatan model eksperimen dapat menggunakan percetakan 3D printing atau pembuatan secara manual dengan menggabungkan berbagai komponen plastik dengan bahan lain sehingga dapat membentuk sebuah model *hexagonal*. Desain model yang sudah dicetak digabungkan membentuk konfigurasi *hexagonal floating breakwater* yang akan diuji coba seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bentuk konfigurasi *hexagonal floating breakwater* yang akan diuji coba

### 3. Persiapan Percobaan

Dalam persiapan percobaan ini perlu diketahui bahwa jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Persiapan percobaan yang perlu dilakukan pada tahap ini adalah pengecekan alat laboratorium. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut, Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Sebelum melakukan penelitian perlu diperhatikan dan diketahui fasilitas laboratorium yang akan digunakan misalnya seperti *flume tank*, komputer, *wave probe*, pengecekan *wave generator* dan *absorber*. Berikut dibawah ini fasilitas laboratorium yang digunakan :

- Kolam Gelombang

Kolam gelombang yang digunakan memiliki ukuran panjang 20m, tinggi 2.3m, dan lebar 2.5m. Seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Kolam Gelombang

- **Pembangkit Gelombang**

Pembangkit gelombang terdiri atas 4 unit pengapung dan penggerak gelombang, sebuah pengontrol tekanan dan sebuah komputer khusus dengan sinyal listrik. Masing-masing pengapung digerakkan ke atas dan ke bawah oleh *actuator*, yang terdiri dari *linear slide assembly* dan *AC servo motor*. Semua gerakan apung diserentakkan, semua penggerak dikontrol dengan komputer, *control panel* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Control Panel

- **Interface ADC**

Laboratorium *wave tank* dilengkapi dengan *Interface ADC (Analog Digital Converter)*. Alat ini berfungsi merubah data analog dari *wave probe* menjadi data digital yang diproses dengan menggunakan piranti lunak. Dengan perangkat ini maka dapat diketahui hasil percobaan secara digital maupun grafik. Dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Komputer Kontrol

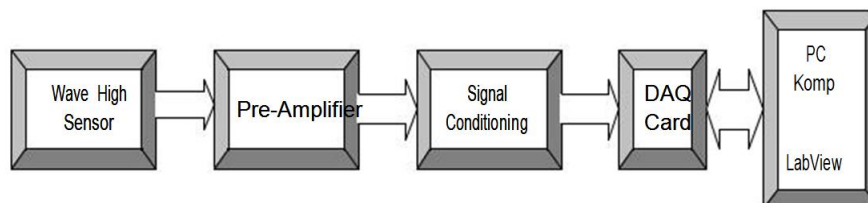
- *Wave Probe*

*Wave probe* merupakan alat pengukur tinggi gelombang, apabila alat tersebut tercelup ke dalam air maka elektroda tersebut mengukur konduktivitas volume air. Konduktivitas tersebut berubah secara proporsional sesuai dengan variasi perubahan elevasi muka air. Jumlah *wave probe* yang digunakan pada penelitian ini dipasang minimal 2 buah seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Wave Probe*

Dalam melakukan penyusunan *wave probe* secara garis besar dapat dilihat dari blok diagram dibawah ini.



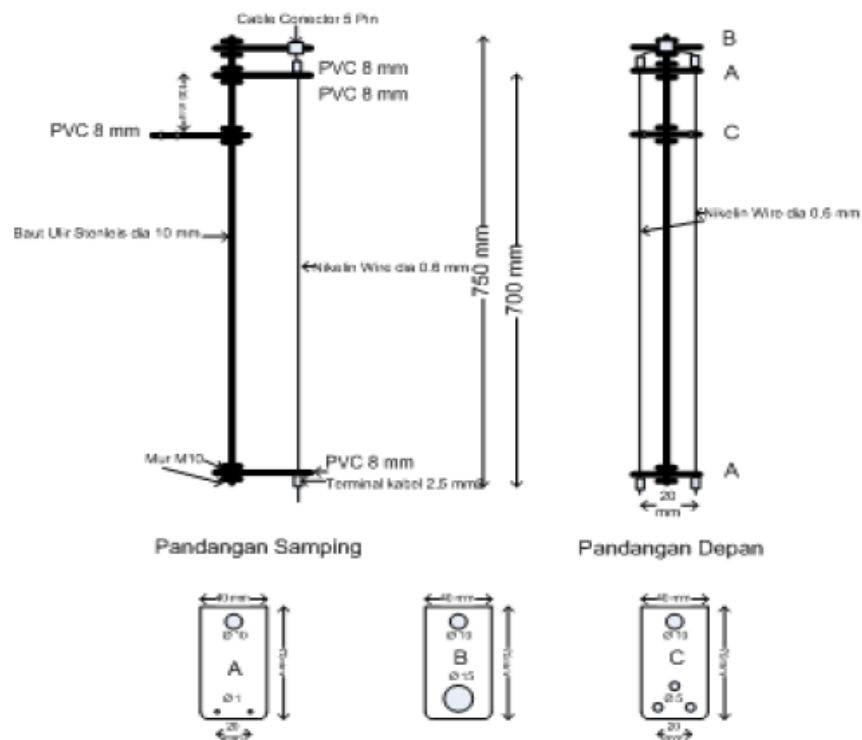
Gambar 3.7 Blok diagram penyusunan *wave probe* (Miftah dkk, 2009)

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan cara kerja dari alat ukur *Wave High Sensor* adalah sebagai berikut :

- WHS digunakan sebagai *probe transducer* yang akan mengubah energi (ketinggian gelombang) ke energi listrik.
- *Pre-Amp* digunakan untuk mensupply tegangan AC ke *wave probe* karena WHS merupakan jenis transducer pasif sehingga dibutuhkan sumber energi listrik, disamping itu Pre-amp ini yang berfungsi untuk mengkonversi output dari WHS ke dalam signal tegangan DC, serta untuk menyeimbangkan *wave high sensor*.

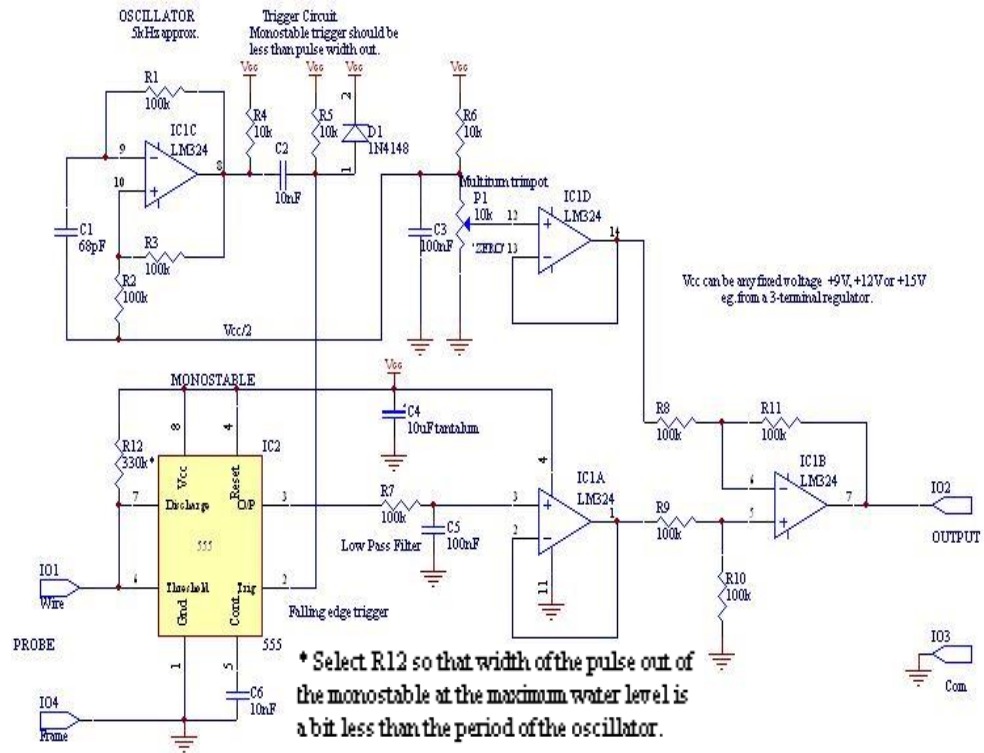
- *Signal Conditioning*, digunakan untuk pengkondisi signal output dari *Pre-Amp*, yaitu untuk mengatur *gain amplifier* serta *filter*, *filter* ini berguna untuk menghilangkan *noise* yang ikut masuk ke sistem pengukuran yang biasanya berfrekuensi tinggi, karena itu digunakan *Low Pass Filter* yang hanya meloloskan signal berfrekuensi rendah.
- *DAQ Card* merupakan komponen sistem data akuisisi dimana kartu ini berfungsi sebagai ADC maupun DAC yang bisa berkomunikasi dengan sistem komputer. Dengan *DAQ card* ini signal analog keluaran dari *signal conditioning* akan dirubah ke bentuk signal digital sehingga datanya bisa di olah oleh komputer.
- PC Komputer digunakan untuk menjalankan sistem pengukuran / akuisisi data dimana dengan memanfaatkan software data akuisisi dari aplikasi software *LabView* maka proses pengukuran, pengambilan dan penyimpanan data gelombang dapat dilakukan dengan cepat dan mudah.

Pertama lakukan perancangan *frame* sebagai tempat peletakan *wave probe*. Perancangan *frame wave probe* ini menggunakan baut stainless diameter 10 mm dengan isolator untuk wire menggunakan plastik PVC dengan ketebalan 8. Setelah perancangan *frame* selesai maka tahap selanjutnya adalah pemasangan *wire* untuk sensor ke frame yang telah dibuat dimana untuk pemasangan *wire* ini harus benar-benar kencang dengan kekuatan yang sama antara *wire* satu dengan yang satunya lagi. Setelah selesai pemasangan *wire* pada tahap berikutnya adalah pemasangan kabel dari *wire* ke *Pre-Amp*, untuk itu digunakan kabel dengan 4 *wire* yang disolder ke *wire* secara paralel dan ujung satunya lagi ke conector yang menuju plug pada *pre-amplifier*. Hasil perancangan dari *wave probe* ini dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Perancangan frame wave probe (Miftah dkk, 2009)

Kemudian, lakukan perancangan *signal conditioning*. *Pre-Amp* digunakan untuk men-supply tegangan AC ke *wave probe* karena WHS merupakan jenis *transducer* pasif sehingga dibutuhkan sumber energi listrik, disamping itu *Pre-amp* ini yang berfungsi untuk mengkonversi output dari WHS ke dalam signal tegangan DC, serta untuk menyeimbangkan *wave high sensor*. WHS sensor sudah dilengkapi dengan Modul *Pre Amplifier* yang terdiri dari 8 *channel*, sehingga modul ini dapat digunakan untuk sensor tinggi gelombang sebanyak 8 sensor. Karena *Pre-Amp* ini sering bermasalah karena faktor umur peralatan, maka dari itu dirancang sebuah rangkaian *Signal Conditioning Analog* untuk WHS sensor tersebut. Hasil perancangannya dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Perancangan rangkaian pengondisi sinyal (Miftah dkk, 2009)

Output dari *signal conditioning* ini adalah tegangan analog yang sebanding dengan level air (ketinggian air). Pada rangkaian diatas menggunakan monostabil dengan IC 555, dimana lebar pulsa output sebanding dengan water level. Konfigurasi C7 dan R5 merupakan rangkaian *Low Pass Filter*.

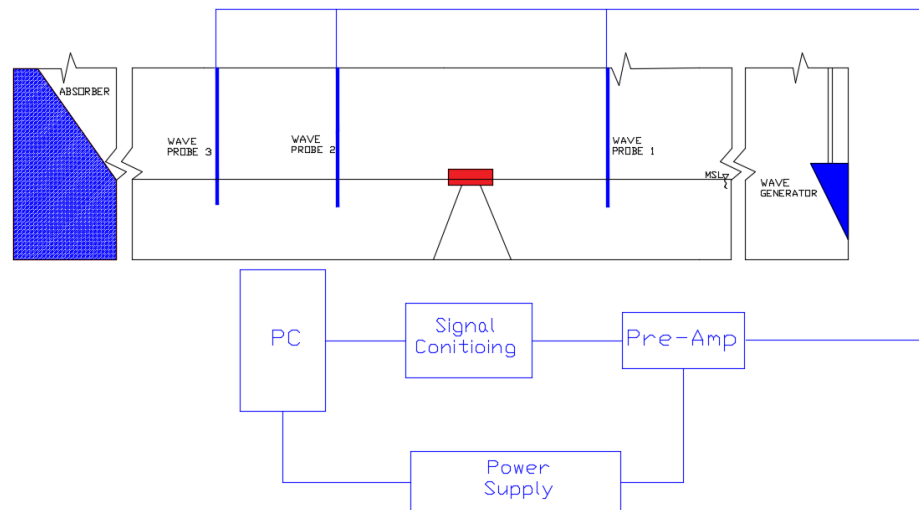
#### 4. Kalibrasi Alat

Mempersiapkan alat kalibrasi *wave generator* dan *wave probe* yang berguna untuk membangkitkan gelombang dan mengukur tinggi gelombang datang dan gelombang transisi, serta melakukan pengecekan gelombang sebelum melakukan pengujian. Gelombang yang digunakan dalam pengujian ini adalah gelombang irregular. Tujuan dilakukan kalibrasi alat ini untuk mengurangi terjadinya *error* yang mungkin terjadi pada pembacaan alat. Adapun langkah – langkah dalam kalibrasi adalah sebagai berikut :

- Pasang semua wave probe (WHS) pada *sub carriage* yang sudah disiapkan
- Hubungkan kabel *wave probe* ke *Pre-Amplifier*
- Hubungkan kabel *jumper* dari *Pre-Amp* ke *Signal Conditioning*.
- Hubungkan kabel koaksial dari output *Signal Conditioning* ke *Extension Box DAQ Card* pada komputer PC
- Nyalakan komputer data akuisisi



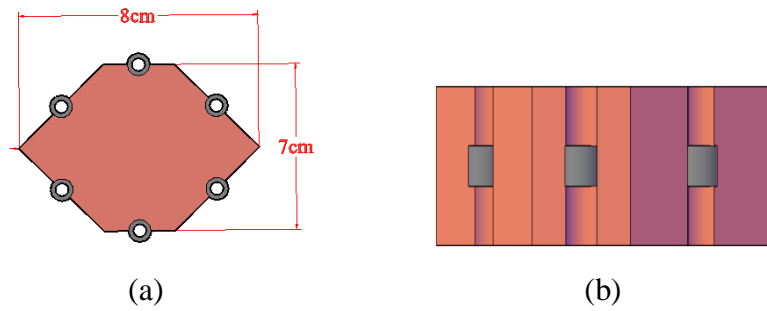
- Turunkan *sub carriage* sehingga separuh dari *wire wave probe* terendam dalam air kolam
- Lakukan *zero balancing* pada alat ukur dengan menekan tombol BALA pada *Pre-Amp*
- Setelah itu ukur dengan menggunakan *LabView* sekitar 10 detik
- Setelah itu naikkan *frame* dengan kelipatan nilai tertentu sampai sekitar 10 cm dan lakukan pengukuran pada masing-masing tahapan
- Demikian pula untuk posisi ke bawah dengan menurunkan frame secara bertahap sampai dengan 10 cm
- Setelah semua tahapan selesai dilakukan maka lakukan Analisis data dari data yang terukur untuk mendapatkan faktor kalibrasi dari masing-masing *wave probe* yang telah dikalibrasi secara bersama-sama tersebut.



Gambar 3.10 Penyusunan instrumen pengukuran pada flume tank

## 5. Pelaksanaan Percobaan

Pada tahap ini akan dilaksanakan pengujian sesuai dengan desain eksperimen model yang telah dibuat. Pengujian akan dilakukan satu kali untuk setiap variasi percobaan. Terdapat empat skenario *hexagonal floating breakwater* yang akan diuji. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui koefisien transmisi yang optimal dari keempat skenario pengujian *hexagonal floating breakwater*. Untuk ukuran dimensi yang akan digunakan dalam pembuatan model dapat dilihat pada Gambar 3.11 serta perencanaan skala prototype yang akan di gunakan dalam pengaplikasiannya dijelaskan pada Tabel 3.1 .



Gambar 3.11 Ukuran dimensi permodelan fisik dalam cm, (a) tampak atas, (b) tampak samping

Tabel 3.1 Perencanaan skala model untuk prototype

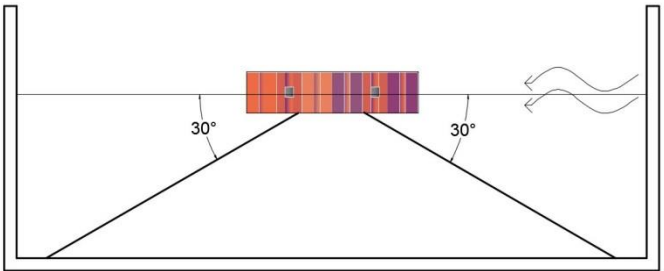
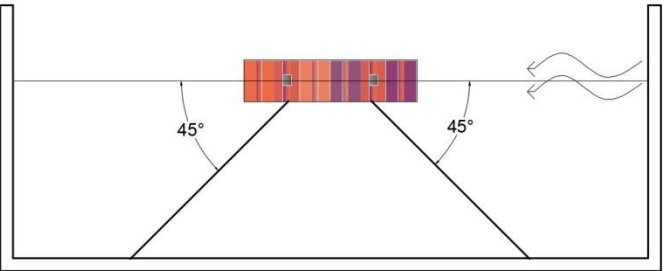
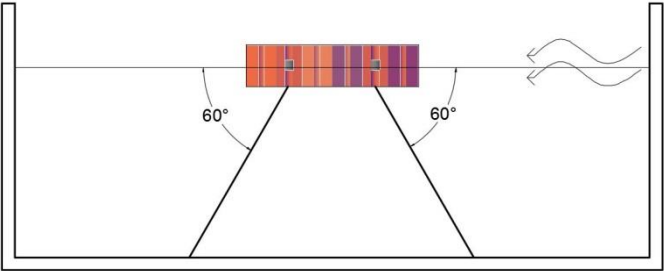
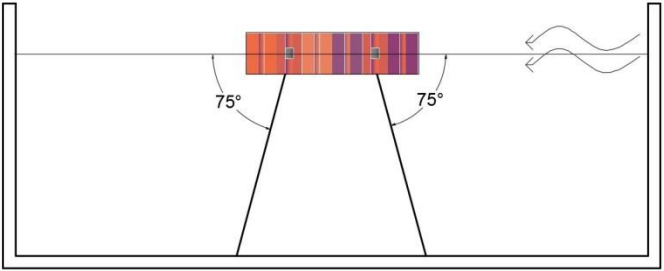
Dimensi	Model (cm)	Skala	Prototype (cm)
Panjang	8	1:10	80
Lebar	7	1:10	70
Tinggi	4	1:10	40

Sedangkan perencanaan desain pengujian model *hexagonal floating breakwater* di *wave flume* akan dijelaskan pada tabel 3.2 dan skenario percobaan pada tabel 3.3 dan tabel 3.4.

Tabel 3.2 Perencanaan desain pengujian model hexagonal floating breakwater di *wave flume*

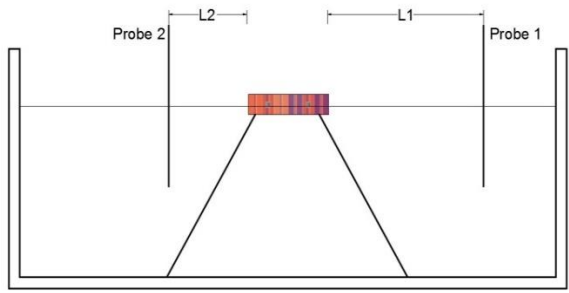
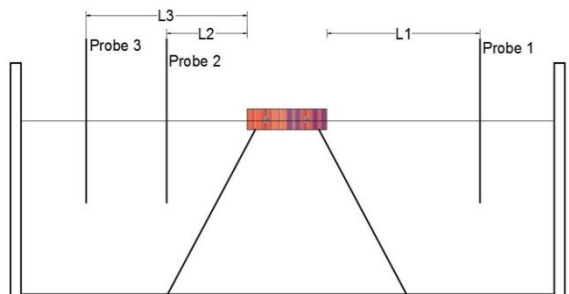
Elevasi muka air (cm)	Tinggi gelombang bangkitan (cm)	Periode gelombang bangkitan (detik)	Jenis gelombang	Kemiringan sudut tali (deg)
80	3	1.1	Irregular	30
	4	1.3		
	5	1.5		
80	3	1.1	Irregular	45
	4	1.3		
	5	1.5		
80	3	1.1	Irregular	60
	4	1.3		
	5	1.5		
80	3	1.1	Irregular	75
	4	1.3		
	5	1.5		

Tabel 3.3 Skenario desain pengujian model *hexagonal floating breakwater* di *wave flume* dengan variasi kemiringan sudut tali

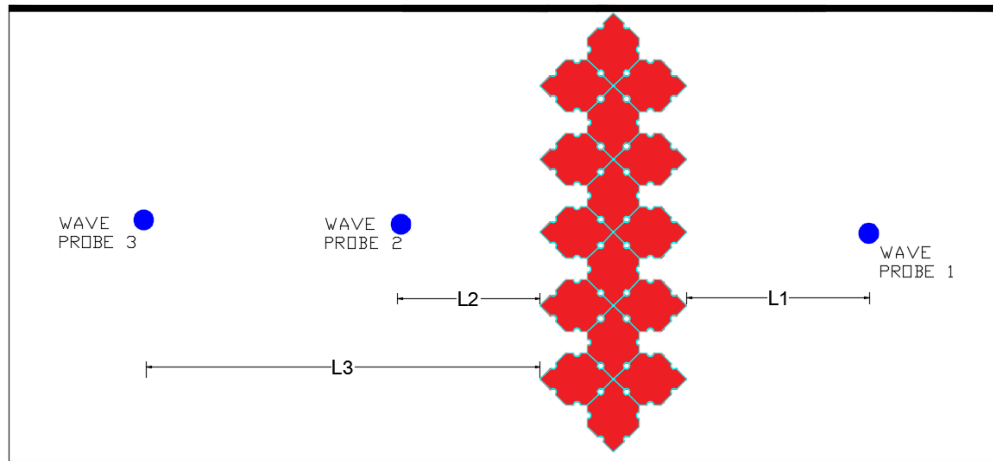
No	Skenario	Elevasi muka air (cm)	Sudut kemiringan tali (deg)
1		80	30
2		80	45
3		80	60
4		80	75

Berikut dibawah ini merupakan tabel skenario percobaan dengan variasi peletakan *wave probe*.

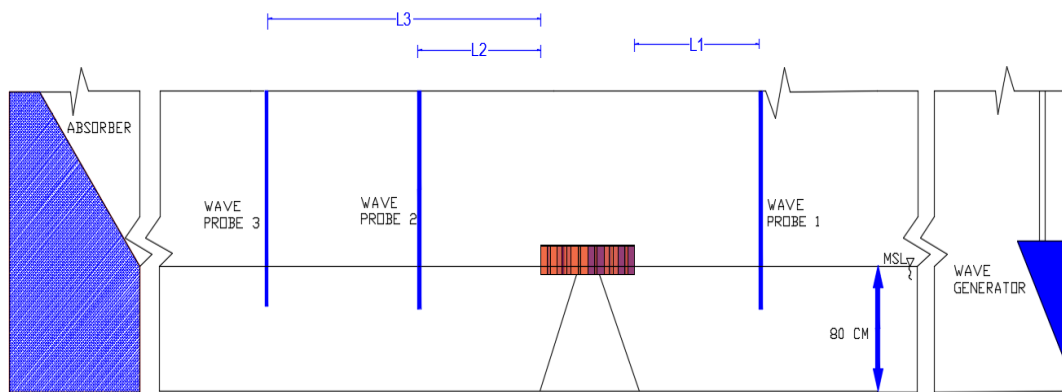
Tabel 3.4 Skenario desain pengujian model *hexagonal floating breakwater* di *wave flume* dengan variasi peletakan *wave probe*

No	Skenario	Sudut kemiringan tali (deg)	Jarak <i>wave probe</i> (cm)		
			L1	L2	L3
1		30	330	100	-
		45			
		60			
		75			
2		30	330	100	220
		45			
		60			
		75			

Penempatan *wave probe* 1 (gelombang datang) berdasarkan penelitian Goda (1985) letak *wave probe* satu minimal adalah satu kali panjang gelombang dari ujung struktur. Hal ini dilakukan supaya *wave probe* satu tidak terpengaruh oleh gelombang refleksi. Pada pengujian kali ini periode terbesar yang digunakan adalah 1.5 s. Sehingga untuk menentukan panjang gelombang digunakan periode 1.5 s. Didapatkan panjang gelombang pada periode 1.5 s adalah 321.93 cm. Sehingga untuk memenuhi syarat peletakan probe 1 dan mempermudah peletakan, digunakan jarak 330 cm di depan struktur. Untuk penyusunan model *floating breakwater* dan *wave probe* pada *flume tank* tampak atas dan samping dapat dilihat pada Gambar 3.12. Sedangkan untuk pemasangan *mooring line* bisa dilihat pada Gambar 3.13.

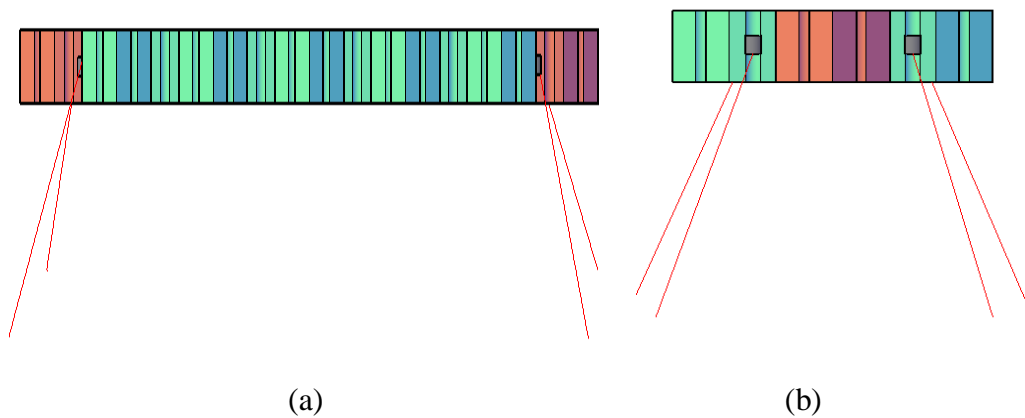


(a)



(b)

Gambar 3.12 Percobaan model *hexagonal floating breakwater* di *flume tank*, (a) tampak atas, (b) tampak samping



(a)

(b)

Gambar 3.13 Pemasangan mooring line pada saat percobaan, (a) tampak depan, (b) tampak samping

## **6. Analisis dan Hasil**

Data yang didapatkan dari hasil pengujian laboratorium akan diolah dengan rumus perhitungan yang sesuai dengan penelitian ini, untuk memperoleh koefisien transmisi. Hasil perhitungan akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Selain itu dari hasil yang sudah didapatkan akan dibandingkan dengan hasil percobaan *floating breakwater* yang sudah diteliti oleh peneliti sebelumnya.

## **7. Kesimpulan**

Dari hasil Analisis akan diperoleh nilai koefisien transmisi dan keefektifan bentuk *hexagonal* dalam meredam gelombang laut. Selain itu peneliti akan memberikan saran untuk penelitian yang akan dilakukan kedepannya.

## **8. Penyusunan Laporan Akhir**

Penyusunan laporan akhir dilakukan setelah semua tahap yang dibutuhkan telah selesai, sehingga hasil yang diperoleh dari pembuatan model *hexagonal floating breakwater* dapat dijelaskan secara rinci sesuai dengan hasil yang telah didapatkan dalam pengujian laboratorium.

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Data

##### 4.1.1 Kalibrasi *Wave Probe*

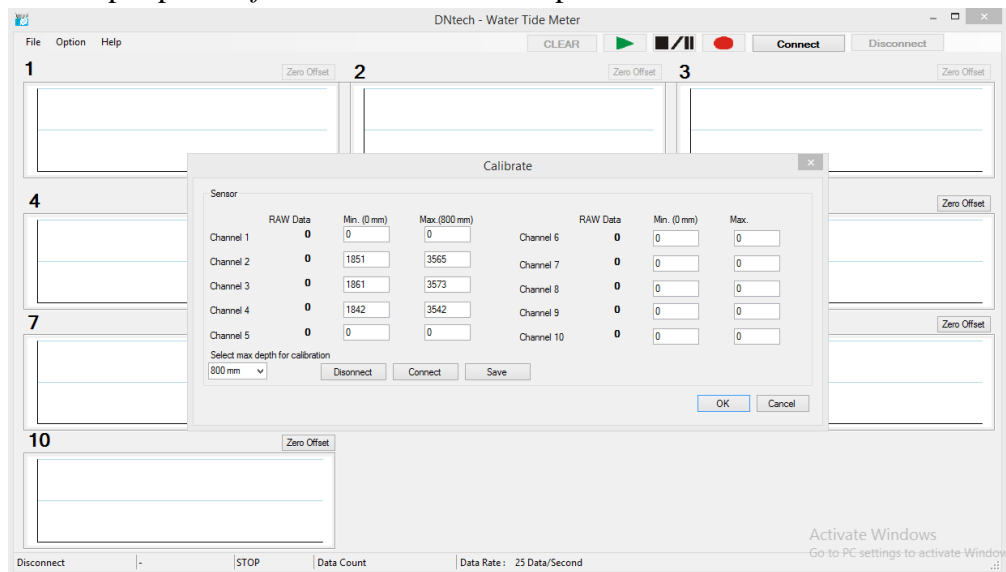
*Wave probe* merupakan alat pengukur tinggi gelombang, apabila alat tersebut tercelup ke dalam air maka elektroda tersebut mengukur konduktivitas volume air. Karena fungsi dari *wave probe* sangat mempengaruhi hasil dari pengujian ini, yakni mencatat fluktuasi gelombang didepan dan dibelakang model, maka proses kalibrasi terhadap *wave probe* harus dilakukan.

Proses kalibrasi *wave probe* dilakukan dengan cara mencatat posisi *zero point* dari *wave probe* dan kemudian merekam kalibrasinya dengan menaikkan dan menurunkan *wave probe* sampai titik minimum dan maksimum. Setelah proses pencatatan kalibrasi selesai, maka *wave probe* harus dikembalikan pada posisi awal atau tercelup hingga setengah tinggi *wave probe*. Kalibrasi ini dilakukan untuk mencari hubungan antara perubahan elektrode yang tercelup dalam air dengan perubahan voltase yang tercatat dalam dalam *recorder*.

Tabel 4.1 Kalibrasi probe

Nilai Kapasitansi	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Minimum	1851	1861	1842
Maksimum	3565	3573	3542

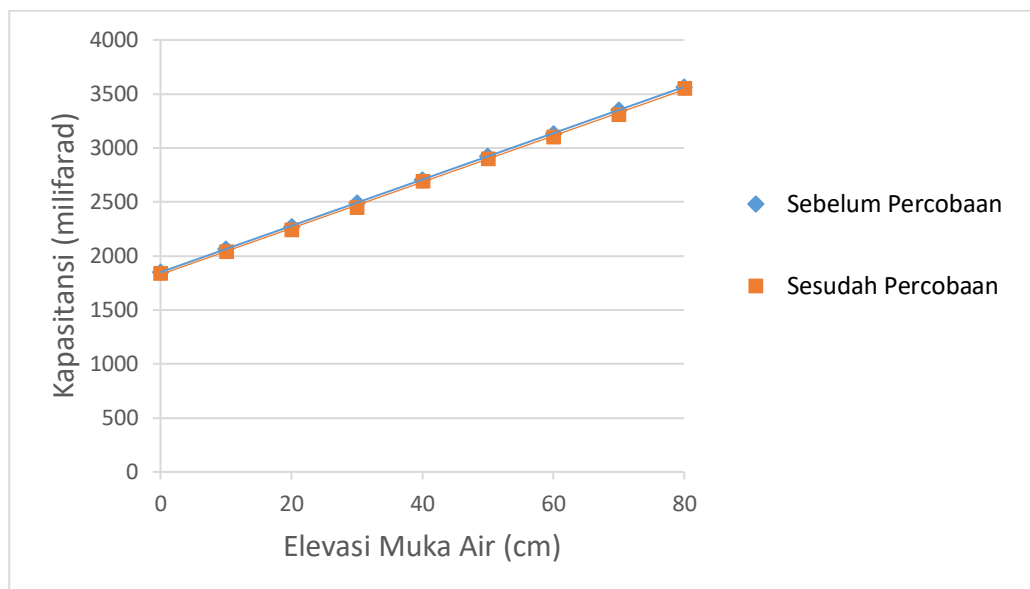
Hasil dari kalibrasi akan memunculkan nilai minimum dan maksimum untuk diinput pada *software wave tide meter* pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Input kalibrasi *wave probe* pada *wave tide meter software*

Tabel 4.2 Kalibrasi probe 1

Probe 1			
Elevasi Muka Air (cm)	Nilai Kapasitansi (milifarad)		Presentase Pengurangan (%)
	Sebelum Percobaan	Sesudah Percobaan	
0	1851	1841	0.54
10	2063	2043	0.98
20	2276	2246	1.34
30	2494	2454	1.63
40	2708	2698	0.37
50	2923	2903	0.69
60	3136	3106	0.97
70	3353	3313	1.21
80	3565	3555	0.28
Rata-rata			0.89



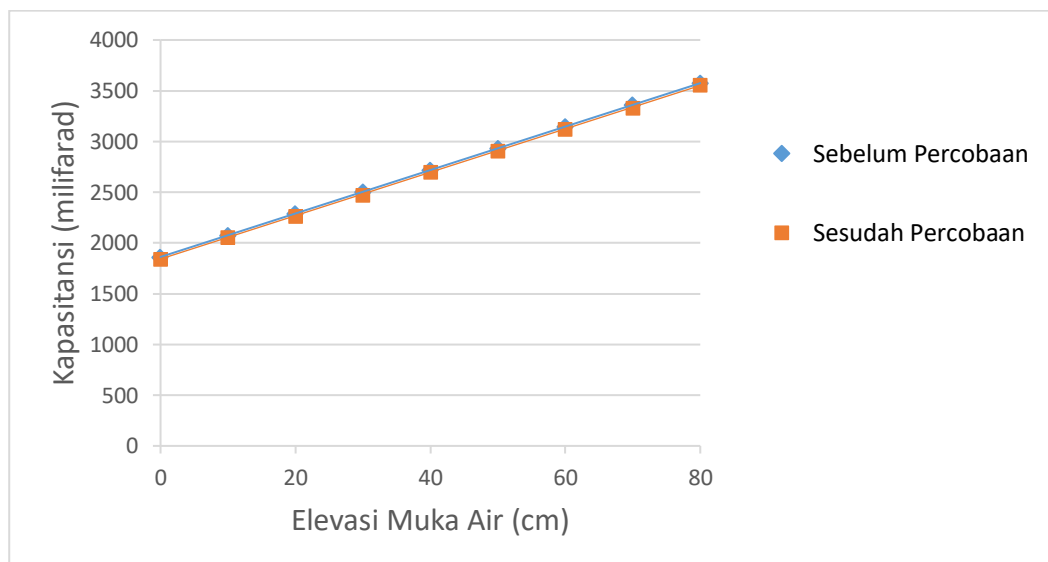
Gambar 4.2 Kalibrasi probe 1

Pada tabel dan grafik diatas didapatkan presentase pengurangan sebesar 0.89%, dimana nilai tersebut masih dibawah 5 % yang menandakan probe 1 bekerja dengan baik dan data yang dihasilkan dapat dipakai.



Tabel 4.3 Kalibrasi probe 2

Probe 2			
Elevasi Muka Air (cm)	Nilai Kapasitansi (milifarad)		Presentase Pengurangan (%)
	Sebelum Percobaan	Sesudah Percobaan	
0	1861	1846	0.81
10	2076	2056	0.97
20	2290	2265	1.10
30	2506	2476	1.21
40	2718	2703	0.55
50	2932	2912	0.69
60	3147	3122	0.80
70	3362	3332	0.90
80	3573	3558	0.42
Rata-rata			0.83

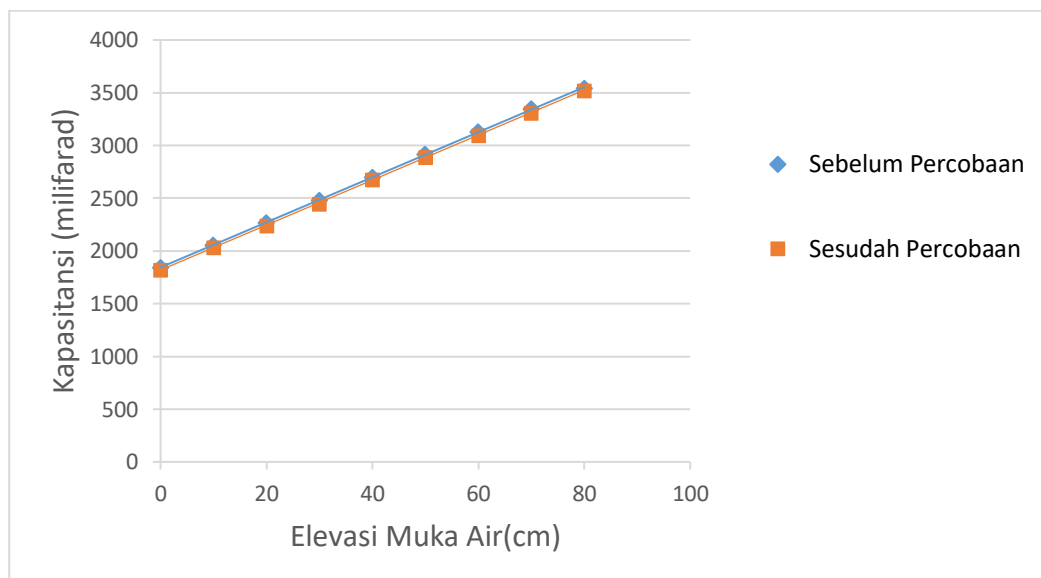


Gambar 4.3 Kalibrasi probe 2

Pada tabel dan grafik diatas didapatkan presentase pengurangan sebesar 0.83%, dimana nilai tersebut masih dibawah 5 % yang menandakan probe 2 bekerja dengan baik dan data yang dihasilkan dapat dipakai.

Tabel 4.4 Kalibrasi probe 3

Probe 3			
Elevasi Muka Air (cm)	Nilai Kapasitansi (milifarad)		Presentase Pengurangan (%)
	Sebelum Percobaan	Sesudah Percobaan	
0	1842	1822	1.10
10	2058	2033	1.23
20	2271	2241	1.34
30	2482	2447	1.43
40	2701	2681	0.75
50	2917	2892	0.86
60	3130	3100	0.97
70	3347	3312	1.06
80	3542	3522	0.57
Rata-rata			1.03



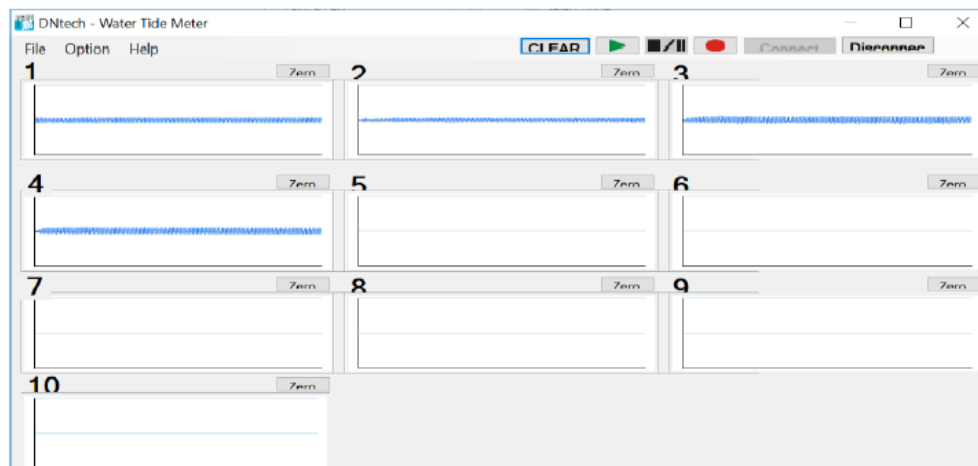
Gambar 4.4 Kalibrasi probe 3

Pada tabel dan grafik diatas didapatkan presentase pengurangan sebesar 1.03%, dimana nilai tersebut masih dibawah 5 % yang menandakan probe 3 bekerja dengan baik dan data yang dihasilkan dapat dipakai. Pada ketiga gambar diatas menunjukkan grafik kalibrasi tiap probe dimana sumbu-x nilai kapasitansi dan pada sumbu-y adalah elevasi muka air yang memiliki satuan centimeter. Dari keiga grafik diatas untuk nilai persamaan linier dan regresinya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5 Nilai persamaan linier dan regresi pada kalibrasi *wave probe*

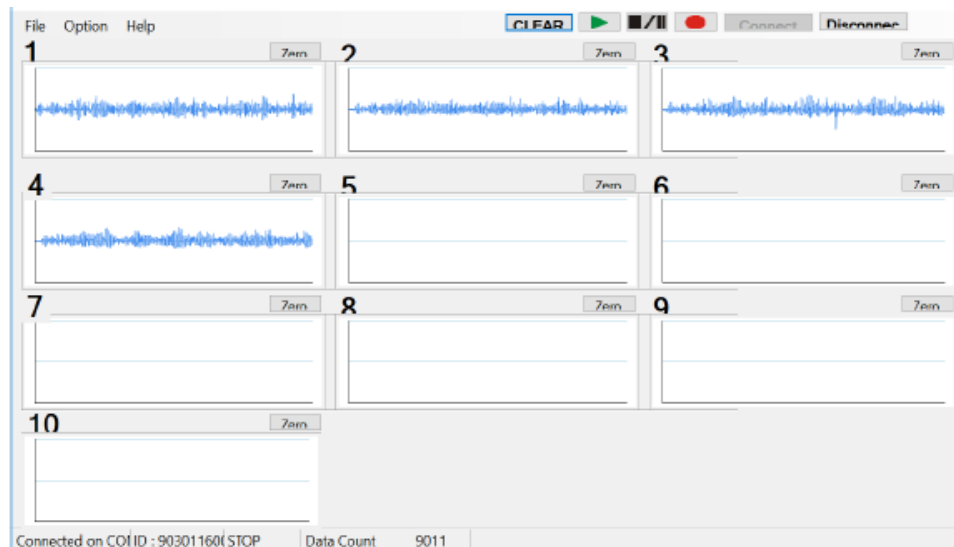
Probe	Persamaan linier hasil uji lab		Regresi data hasil uji lab	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Probe 1	$y = 21.458x + 1849.3$	$y = 21.392x + 1828.7$	$R^2 = 0.9999$	$R^2 = 0.9996$
Probe 2	$y = 21.41x + 1861.9$	$y = 21.377x + 1841.6$	$R^2 = 0.9996$	$R^2 = 0.9999$
Probe 3	$y = 21.367x + 1844.2$	$y = 21.333x + 1818.9$	$R^2 = 0.9995$	$R^2 = 0.9999$

Setelah kalibrasi selesai, dilanjutkan dengan pengujian gelombang terlebih dahulu tanpa ada struktur. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah posisi *zero offset* sudah sesuai, dan juga melihat apakah *wave probe* melakukan pembacaan dengan tepat. Sehingga dilakukan dua kali percobaan dengan parameter input yang sama pada gelombang regular dan irregular, hal ini akan membuktikan bahwa output yang dikeluarkan nanti berupa gelombang irregular, dimana pada tugas akhir ini gelombang yang digunakan adalah gelombang irregular.



Gambar 4.5 Hasil tes gelombang regular

Hasil percobaan gelombang irregular ditunjukkan pada Gambar 4.6



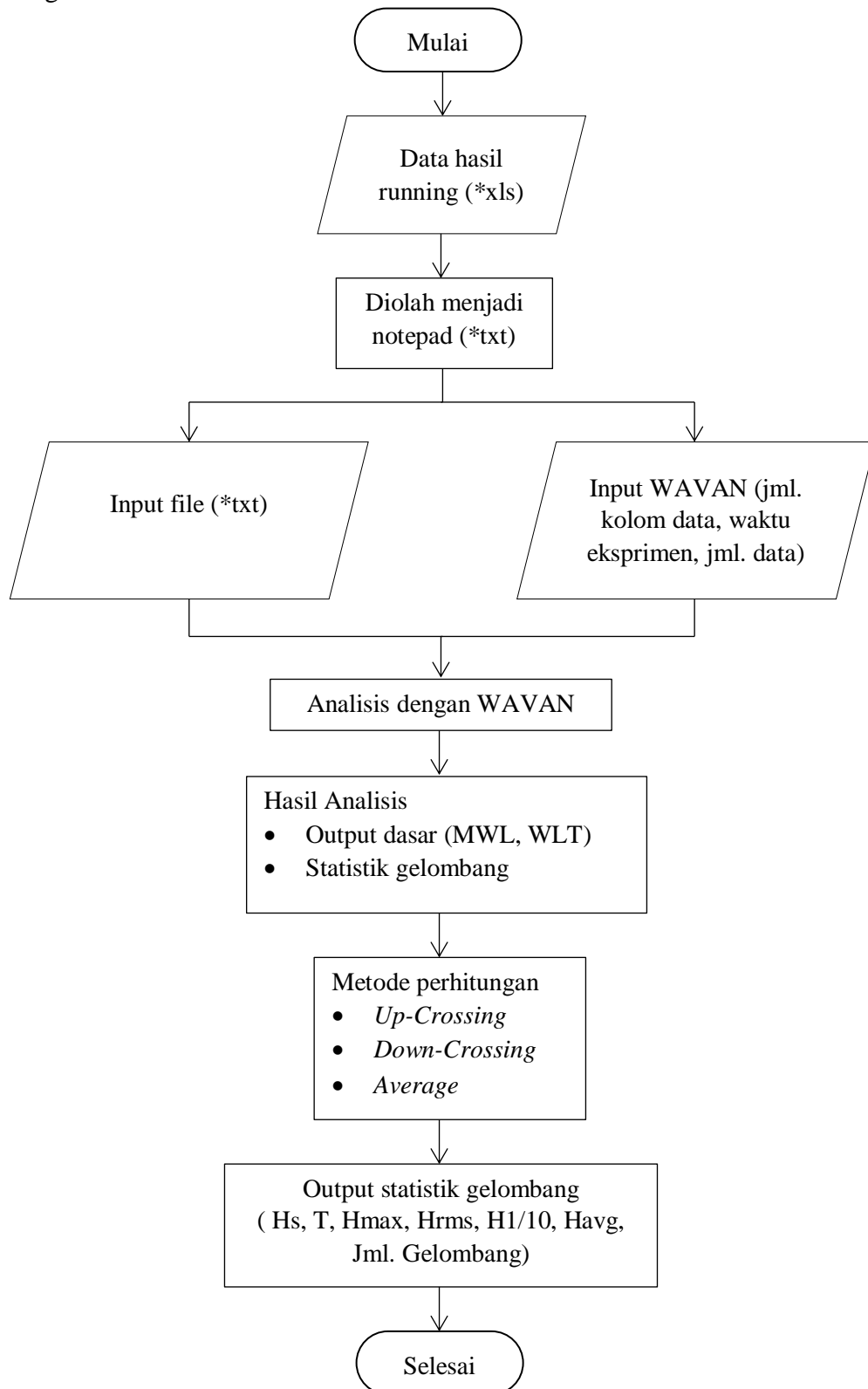
Gambar 4.6 Hasil tes gelombang irregular

#### 4.1.2 Analisis Pengolahan Hasil Eksperimen

Dalam penelitian ini gelombang yang dibangkitkan adalah gelombang irregular, dengan masukan gelombang yang digunakan sebagai berikut : tinggi gelombang ( $H$ ) sebesar 3, 4, dan 5 cm dengan periode gelombang sebesar 1.1, 1.3, dan 1.5 detik. Pencatatan tinggi gelombang oleh *wave probe* yang ditempatkan di depan dan di belakang struktur model. Data yang diperoleh dari penelitian transmisi gelombang akibat struktur *floating breakwater* adalah data profil gelombang datang dan gelombang transmisi. Sehingga dapat diketahui tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) dan tinggi gelombang transmisi ( $H_t$ ) untuk selanjutnya dapat mengetahui besarnya nilai koefisien transmisi gelombang ( $K_t$ ).

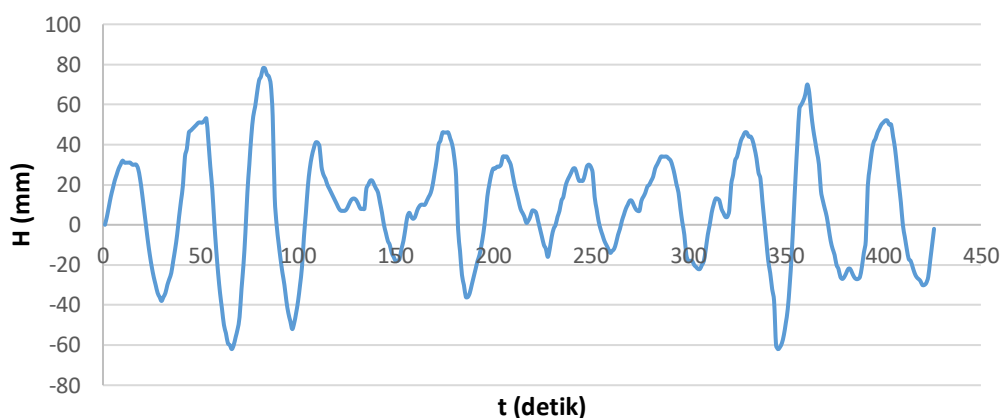
Pada penelitian ini tinggi gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ). Perhitungan  $H_s$  dapat dilakukan dengan cara manual yaitu dengan mengplotkan hasil pencatatan masing-masing *wave probe* 1 dan *wave probe* 2 ke dalam grafik untuk setiap kali *running* data. Dari grafik rekaman gelombang tersebut dapat dihitung tinggi gelombang secara manual dengan cara mencatat tinggi gelombang satu per satu, kemudian  $H_s$  dicari dengan mencari rata-rata 1/3 tinggi gelombang yang tertinggi. Dengan pertimbangan data yang sangat banyak maka untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan tinggi gelombang signifikan  $H_s$  dan periode puncak  $T_p$  digunakan Program WAVAN (*Wave Analysis*) versi 1.1 Copyright (c) J.W. Kamphuis 2000. Proses pengolahan data dengan menggunakan WAVAN, pertama data hasil running yang berbentuk (\*.xls) diubah ke *notepad* (\*.txt). Setelah itu file tersebut menjadi input file beserta input WAVAN (jumlah kolom data, waktu eksperimen, jumlah data). Kemudian, diolah dengan WAVAN yang menghasilkan output dasar berupa *mean water level* dan *water level trend*. Untuk mengeluarkan output statistik gelombang pertama kita harus memilih metode perhitungannya yaitu *zero up-crossing*, *zero down-crossing*, atau *average*. Setelah memilih metode perhitungannya akan keluar

berupa nilai  $H_s$ ,  $T$ ,  $H_{max}$ ,  $H_{rms}$ ,  $H_{1/10}$ ,  $H_{avg}$ , dan Jml. Gelombang. Untuk memperjelas proses pengolahan data menggunakan WAVAN diberikan diagram alir pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram alir pengolahan data menggunakan WAVAN

Cara mengetahui apakah program tersebut benar dan dapat dipakai dalam menentukan  $H_s$  maka dilakukan uji coba program dengan membandingkan hasil perhitungan  $H_s$  secara manual dengan perhitungan program WAVAN. Apabila hasil perhitungan sama atau perbedaannya kecil sekali maka program dapat digunakan karena mempunyai tingkat keakuratan yang meyakinkan. Di bawah ini merupakan contoh perbandingan antara perhitungan secara manual dengan perhitungan menggunakan program WAVAN. Sebagai contoh perhitungan manual, maka peneliti mengambil sampel data gelombang dihitung tinggi gelombang. Hasil perekaman gelombang seperti pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Perekaman gelombang

Hasil perhitungan manual dari perekaman gelombang diatas disajikan dalam tabel 4.6

Tabel 4.6 Perekaman tinggi gelombang

Gel ke	Puncak	Lembah	H	H
			(mm)	(cm)
1	30	-32	62	6.2
2	51	-48	99	9.9
3	78	-52	130	13
4	38	-14	52	5.2
5	40	-30	70	7
6	13	-10	23	2.3
7	15	-12	27	2.7
8	20	-16	36	3.6
9	40	-50	90	9
10	70	-25	95	9.5
11	38	-27	65	6.5

Hasil penyajian perekaman gelombang diatas diurutkan dari nilai yang terbesar ke nilai terkecil dan dihitung parameter yang dibutuhkan untuk mencocokkan kesesuaian metode manual dan WAVAN seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil penyusunan tinggi gelombang

Gel ke	Hi	Hi <sup>2</sup>	1/3 H Tertinggi	Hs	H rata-rata
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	13	169	13	10.8	6.81
2	9.9	98.01	9.9		
3	9.5	90.25	9.5		
4	9	81			
5	7	49			
6	6.5	42.25			
7	6.2	38.44			
8	5.2	27.04			
9	3.6	12.96			
10	2.7	7.29			
11	2.3	5.29			
Jumlah	74.9	620.53	32.4		

Sedangkan perhitungan dari program WAVAN ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> wavan

                                Program WAVAN

                                Wave Analysis

INPUT

enter input filename  validasi.txt
Enter Number of Columns in Input File:  1
Enter Sampling Time, Delt:  0.04
Enter No. of Points (Multiple of 8):  424
Do you want plots? - Yes=1, No=0:  1
Remove Mean (1) or Trend (2)?:  2
Enter Desired Resolution, M:  10

Enter Number of Bins for Histogram: 5

Basic Output

Mean Water Level      =  1.0077 centimetres
Water Level Trend     = -0.01804 cm/s
Sigma                 =  3.027 centimetres

Wave Statistics

Up-Crossing (1), Down-Crossing (2) or Average (3)?: 1

Number of Waves       =  14
Average Wave Period   =  1.2114 seconds
Significant Wave Height = 10.8895 centimetres
Maximum Wave Height   = 13.5906 centimetres
Average Wave Height    =  6.4851 centimetres
rms Wave Height       =  7.7992 centimetres
Average of Highest 1/10 = 13.2899 centimetres
Sigmaz                =  1.9183 centimetres
```

Gambar 4.9 Hasil pengolahan perekaman gelombang dengan WAVAN



Dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini, bahwa selisih perhitungan manual dengan program WAVAN tidak melebihi 5%, maka hasil yang didapat dari Program WAVAN dapat digunakan untuk melakukan perhitungan semua data hasil *running*.

Tabel 4.8 Perbandingan perhitungan manual dengan WAVAN

	Manual (cm)	WAVAN (cm)	error (%)
Hmax	13.00	13.59	4.54
H <sub>1/10</sub>	13.00	13.29	2.17
Hrms	7.88	7.80	0.99
Hs	10.80	10.89	0.82
H rata-rata	6.81	6.49	4.76

Berikut dibawah ini merupakan tabel hasil pengolahan Program WAVAN.

Tabel 4.9 Koefisien transmisi hasil pengolahan Program WAVAN

Sudut (°)	Hi (cm)	Tp (s)	Ht (cm)	Kt
45	7.96	0.91	5.99	0.85
45	8.10	0.99	6.67	0.86
45	8.22	1.10	7.13	0.87
45	10.73	1.12	9.16	0.87
45	10.84	1.20	9.43	0.88
45	11.11	1.28	9.99	0.90
45	12.54	1.30	10.54	0.90
45	13.45	1.32	12.04	0.90
45	13.94	1.35	13.02	0.93
60	8.01	0.87	6.54	0.80
60	8.26	1.00	7.11	0.85
60	8.29	1.15	7.58	0.86
60	10.74	1.20	9.49	0.87
60	11.18	1.23	9.83	0.88
60	11.35	1.31	10.14	0.89
60	12.58	1.32	10.73	0.90
60	13.44	1.39	11.95	0.90
60	13.72	1.48	12.82	0.92
75	7.98	0.86	6.53	0.83
75	8.24	0.96	7.19	0.85
75	8.56	1.05	7.38	0.86
75	10.69	1.12	9.68	0.87
75	10.95	1.20	9.81	0.89
75	11.33	1.27	10.40	0.89
75	12.59	1.32	10.64	0.90
75	13.53	1.34	12.02	0.92

75	14.00	1.45	13.08	0.92
30	7.98	0.91	6.48	0.86
30	8.21	0.99	7.33	0.87
30	8.48	1.05	7.85	0.87
30	10.84	1.12	9.90	0.91
30	11.08	1.17	10.21	0.92
30	11.60	1.18	10.73	0.92
30	12.52	1.34	10.94	0.93
30	13.67	1.41	12.60	0.93
30	7.96	0.91	5.99	0.85

Untuk perhitungan koefisien transmisi ( $K_t$ ) menggunakan metode manual seperti contoh dibawah ini :

- Perhitungan  $K_t$  untuk sudut  $45^\circ$

$$K_t = \left[ \frac{H_t}{H_i} \right] = \left( \frac{5.99}{7.46} \right) = 0.85$$

- Perhitungan  $K_t$  untuk sudut  $60^\circ$

$$K_t = \left[ \frac{H_t}{H_i} \right] = \left( \frac{6.54}{8.01} \right) = 0.80$$

- Perhitungan  $K_t$  untuk sudut  $75^\circ$

$$K_t = \left[ \frac{H_t}{H_i} \right] = \left( \frac{6.53}{7.98} \right) = 0.83$$

- Perhitungan  $K_t$  untuk sudut  $30^\circ$

$$K_t = \left[ \frac{H_t}{H_i} \right] = \left( \frac{6.48}{7.98} \right) = 0.86$$

#### 4.1.3 Analisis Dimensi

Dalam pemodelan fisik, analisis dimensi dilakukan untuk memudahkan menganalisis data hasil percobaan dan selanjutnya dapat digunakan untuk desain yang diinginkan. Dari analisis dimensi akan diperoleh variabel tak berdimensi yang akan menjadi acuan dalam penggambaran atau pemaparan hasil dari percobaan, sehingga mempermudah pengolahan data. Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap koefisien transmisi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$K_t = f(H_i, H_t, T_i, g)$$

Dimana :  $H_i$  = tinggi gelombang datang (m)

$H_t$  = tinggi gelombang transmisi (m)

$T_i$  = periode gelombang datang (detik)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

Dengan analisis *Buckingham Pi* didapatkan parameter tak berdimensi yang akan digunakan untuk menganalisis data dalam penelitian ini adalah :

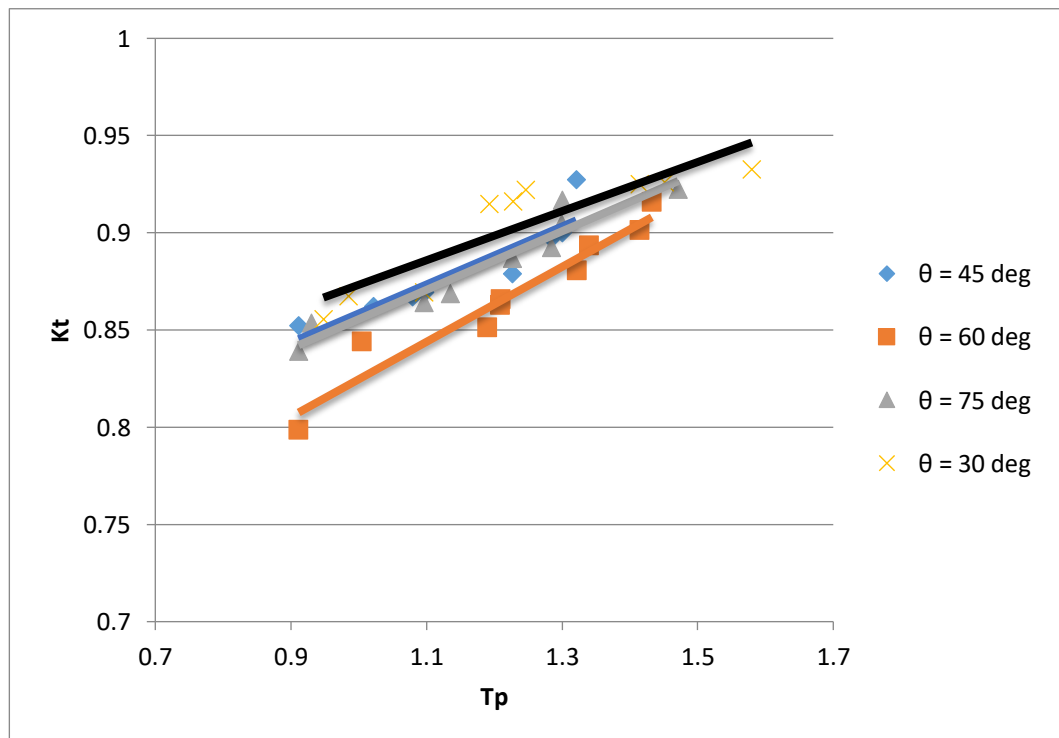
$$Kt = \left[ \frac{Ht}{Hi} \right] = f \left( \frac{Hi}{gT^2} \right)$$

## 4.2 Analisis Perhitungan Hasil Eksperimen

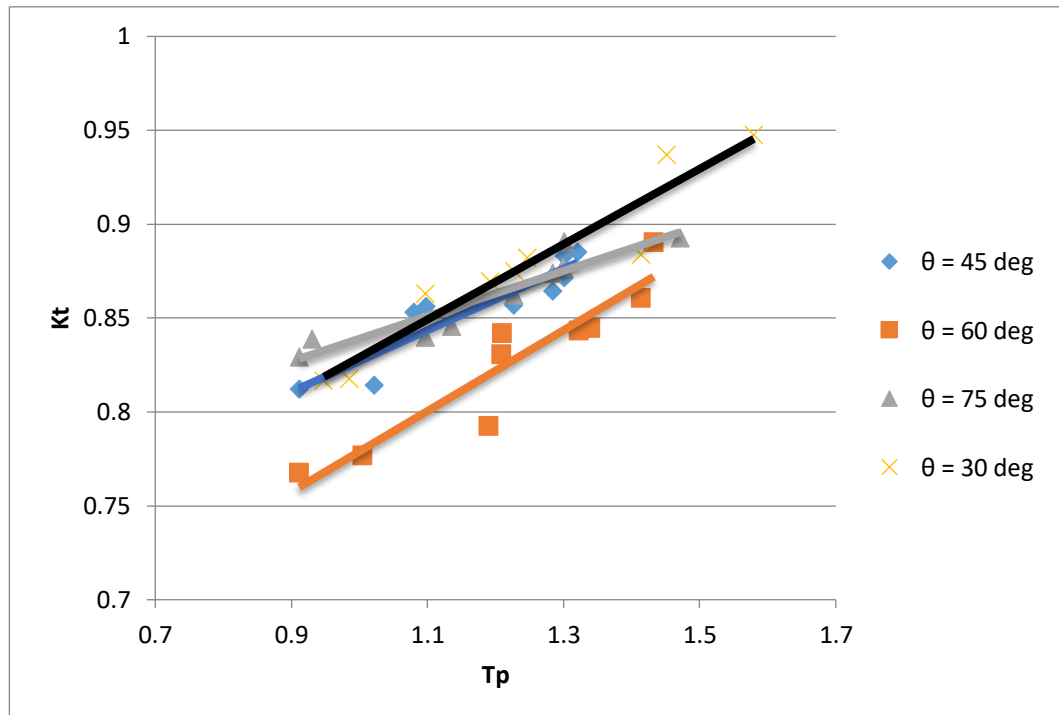
Untuk mengetahui hubungan antara nilai koefisien transmisi dengan parameter yang lain, digunakan grafik analisis yang menyatakan hubungan antara nilai koefisien transmisi dengan suatu parameter tertentu. Dari data-data tersebut kemudian dapat ditentukan harga untuk tinggi gelombang datang maupun gelombang transmisi, sehingga nilai koefisien transmisi dapat diketahui dari perbandingan antara gelombang transmisi dengan gelombang datang.

### 4.2.1 Pengaruh Periode Gelombang Datang Terhadap Koefisien Transmisi

Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan hubungan periode gelombang datang ( $T_p$ ) pada sumbu-x dan koefisien transmisi ( $K_t$ ) pada sumbu-y dan perbandingan antara skenario 1 dan 2 peletakan *wave probe*. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa nilai koefisien transmisi berbanding lurus dengan periode gelombang datang. Semakin besar periode gelombang datang maka nilai koefisien transmisi akan semakin besar. Jadi *floating breakwater* akan dapat mereduksi gelombang dengan besar jika periode gelombang datang kecil.



Gambar 4.10 Pengaruh periode gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 1 peletakan *wave probe*



Gambar 4.11 Pengaruh periode gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 2 peletakan *wave probe*

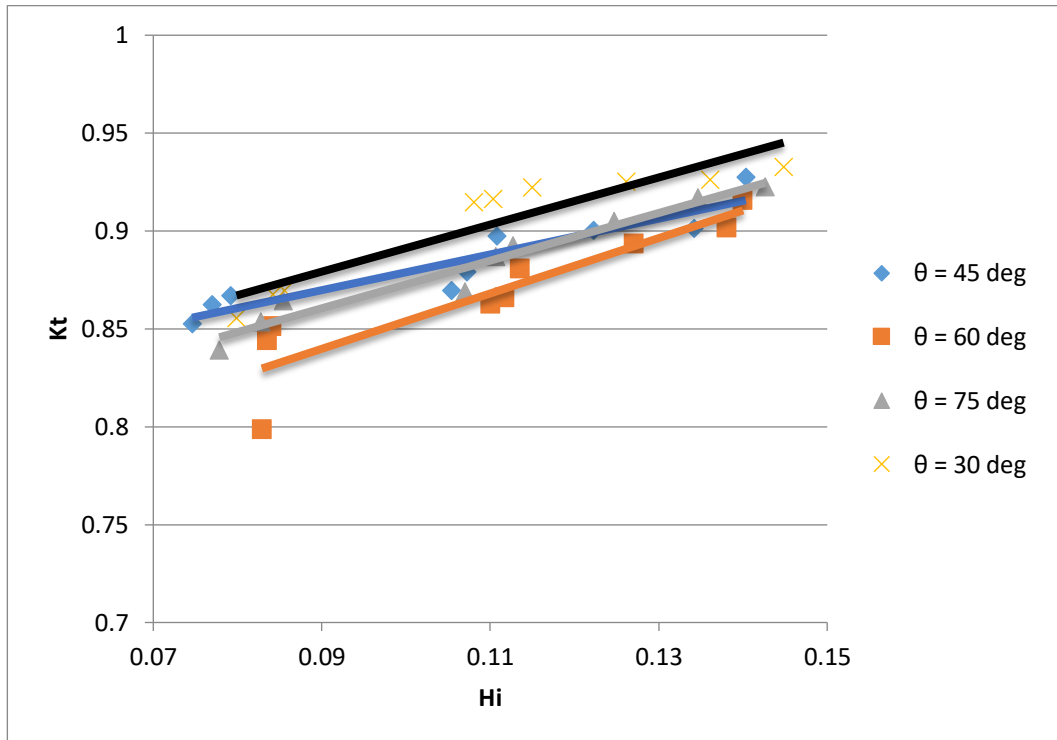
Dari kedua grafik diatas untuk nilai persamaan linier dan regresinya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.10 Nilai persamaan linier dan regresi pada paremeter Kt dengan Tp

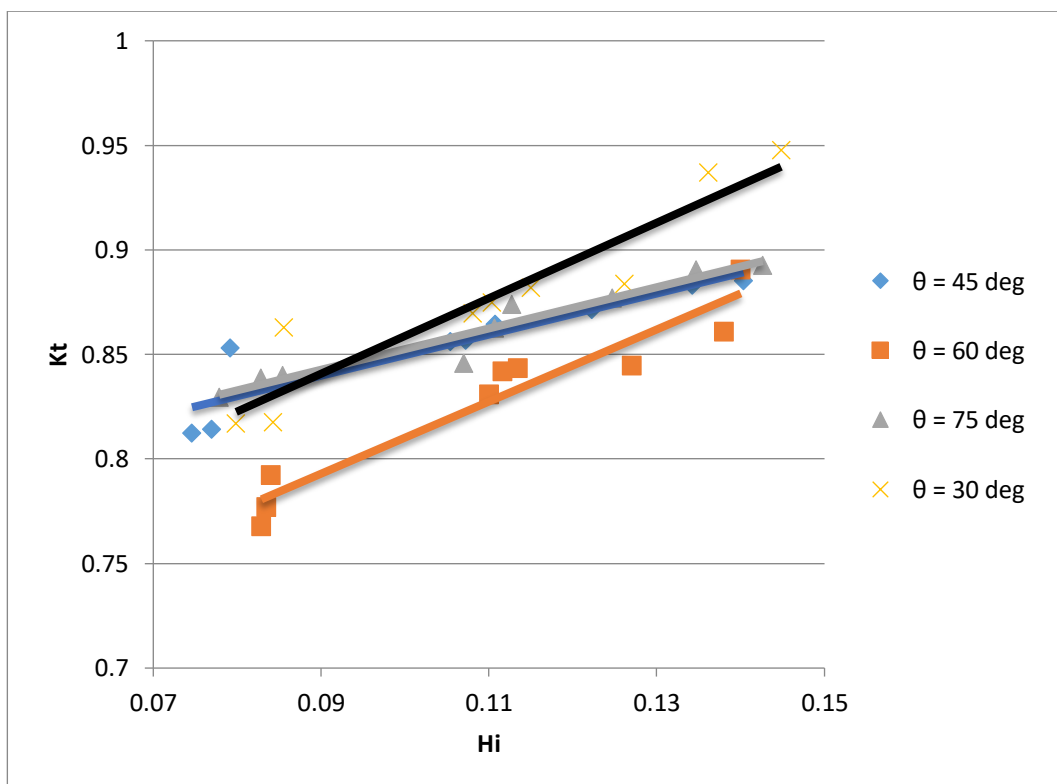
Skenario probe	Sudut (°)	Persamaan Linier	Regresi
1	45	$y = 0.1492x + 0.7093$	$R^2 = 0.8430$
	60	$y = 0.1928x + 0.6319$	$R^2 = 0.9348$
	75	$y = 0.1508x + 0.7048$	$R^2 = 0.9249$
	30	$y = 0.1263x + 0.7470$	$R^2 = 0.8033$
2	45	$y = 0.1640x + 0.6631$	$R^2 = 0.8463$
	60	$y = 0.2152x + 0.5637$	$R^2 = 0.8748$
	75	$y = 0.1204x + 0.7186$	$R^2 = 0.8795$
	30	$y = 0.2006x + 0.6286$	$R^2 = 0.9120$

#### 4.2.2 Pengaruh Tinggi Gelombang Datang Terhadap Koefisien Transmisi

Pada gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan hubungan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) pada sumbu-x dan koefisien transmisi ( $K_t$ ) pada sumbu-y dan perbandingan antara skenario 1 dan 2 peletakan *wave probe*. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa nilai koefisien transmisi berbanding lurus dengan tinggi gelombang datang. Semakin besar tinggi gelombang datang maka nilai koefisien transmisi akan semakin besar. Jadi *floating breakwater* akan dapat mereduksi gelombang dengan besar jika tinggi gelombang datang kecil.



Gambar 4.12 Pengaruh tinggi gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 1 peletakan *wave probe*



Gambar 4.13 Pengaruh tinggi gelombang datang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 2 peletakan *wave probe*

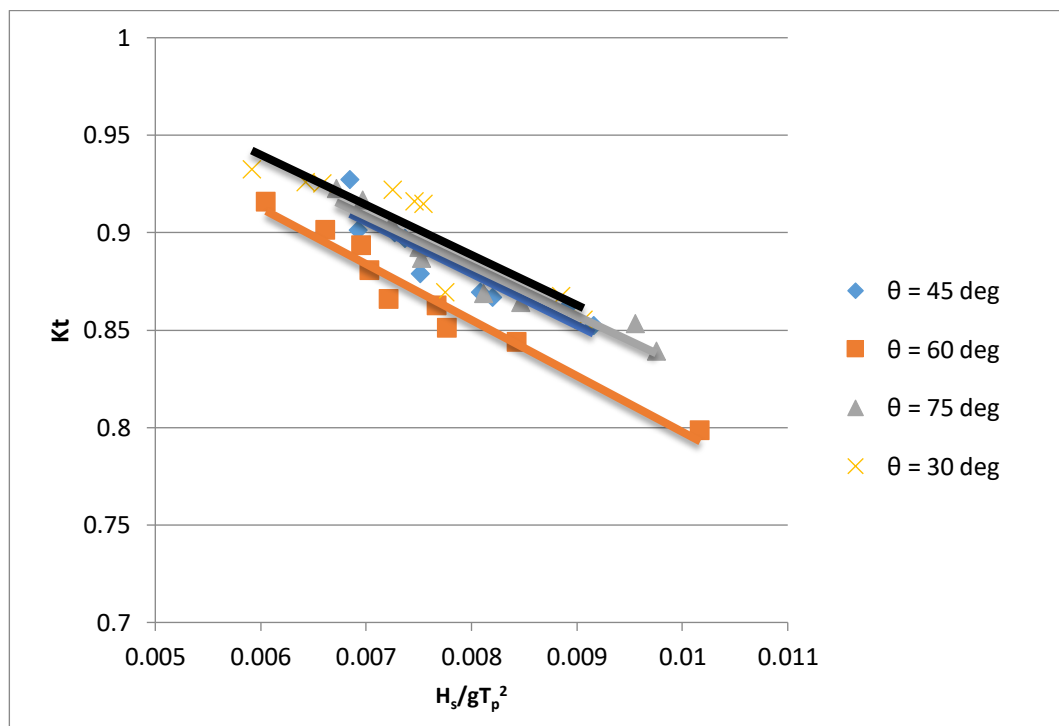
Dari kedua grafik diatas untuk nilai persamaan linier dan regresinya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.11 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter Kt dengan Hi

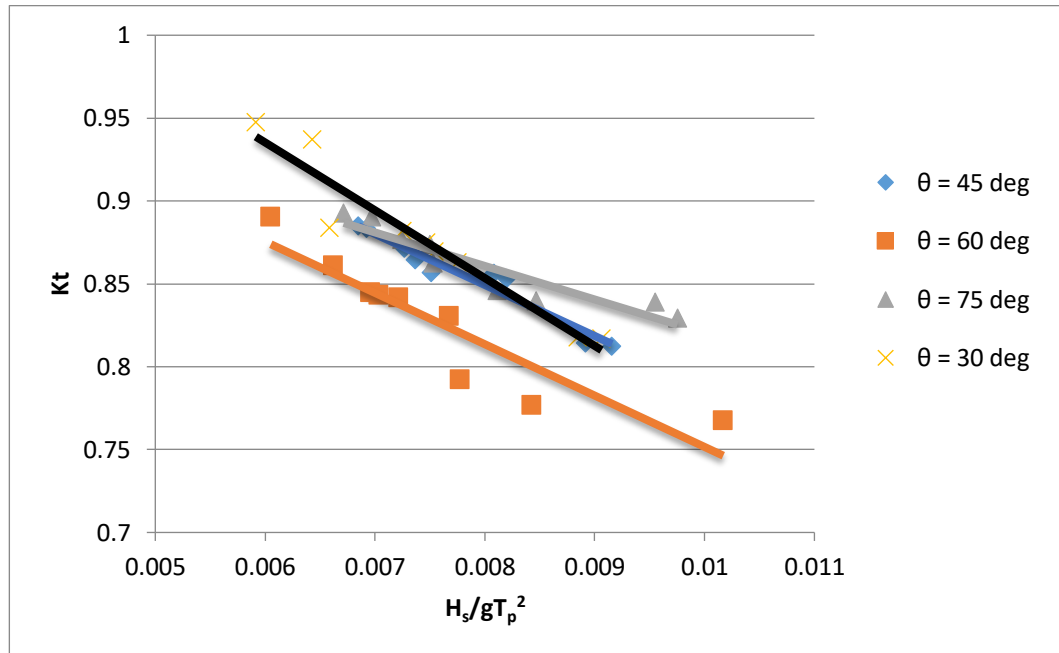
Skenario probe	Sudut (°)	Persamaan Linier	Regresi
1	45	$y = 0.9130x + 0.7876$	$R^2 = 0.8663$
	60	$y = 1.4141x + 0.7125$	$R^2 = 0.8265$
	75	$y = 1.2170x + 0.7510$	$R^2 = 0.9524$
	30	$y = 1.2025x + 0.7710$	$R^2 = 0.8836$
2	45	$y = 0.9821x + 0.7514$	$R^2 = 0.8329$
	60	$y = 1.7242x + 0.6378$	$R^2 = 0.9223$
	75	$y = 0.9868x + 0.7539$	$R^2 = 0.9336$
	30	$y = 1.8052x + 0.6783$	$R^2 = 0.8836$

#### 4.2.3 Pengaruh Kecuraman Gelombang Terhadap Koefisien Transmisi

Pengaruh kecuraman gelombang ( $H_s/gT_p^2$ ) terhadap koefisien transmisi (Kt) dari masing-masing model dapat ditentukan dengan menggunakan parameter tinggi gelombang signifikan datang ( $H_s$ ) dan periode rata-rata gelombang puncak ( $T_p$ ) seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.14 Pengaruh kecuraman gelombang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 1 peletakan *wave probe*



Gambar 4.15 Pengaruh kecuraman gelombang terhadap koefisien transmisi dengan skenario 2 peletakan *wave probe*

Gambar 4.14 dan 4.15 menunjukkan hubungan kecuraman gelombang pada sumbu-x dan koefisien transmisi (Kt) pada sumbu-y dan perbandingan antara skenario 1 dan 2 peletakan *wave probe*. Sebaran data untuk empat variasi sudut tali pada grafik diatas untuk membedakan hubungan antara kecuraman gelombang dan Kt. Nilai koefisien transmisi untuk empat variasi sudut tali di atas berbanding terbalik dengan angka kecuraman gelombang. Dengan kata lain, nilai koefisien transmisi meningkat dengan berkurangnya angka kecuraman gelombang, sebaliknya nilai koefisien transmisi menurun dengan bertambahnya angka kecuraman gelombang ( $H_s/gT_p^2$ ). Transmisi gelombang yang terendah ditemukan pada nilai kecuraman gelombang yang lebih tinggi. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa gelombang dengan angka kemiringan gelombang yang kecil cenderung diteruskan dan membentuk gelombang transmisi yang besar.

Dari kedua grafik diatas untuk nilai persamaan linier dan regresinya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.12 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter Kt dengan  $H_s/gT_p^2$

Skenario probe	Sudut (°)	Persamaan Linier	Regresi
1	45	$y = -26.588x + 1.0917$	$R^2 = 0.8478$
	60	$y = -28.705x + 1.0848$	$R^2 = 0.9571$
	75	$y = -25.535x + 1.0871$	$R^2 = 0.9298$
	30	$y = -25.690x + 1.0941$	$R^2 = 0.8073$
2	45	$y = -30.761x + 1.0954$	$R^2 = 0.9430$
	60	$y = -30.974x + 1.0613$	$R^2 = 0.8365$
	75	$y = -20.221x + 1.0226$	$R^2 = 0.8693$
	30	$y = -40.909x + 1.1808$	$R^2 = 0.9210$

#### 4.2.4 Perbandingan Hasil Koefisien Transmisi Skenario 1 dan 2 Peletakan *Wave Probe*

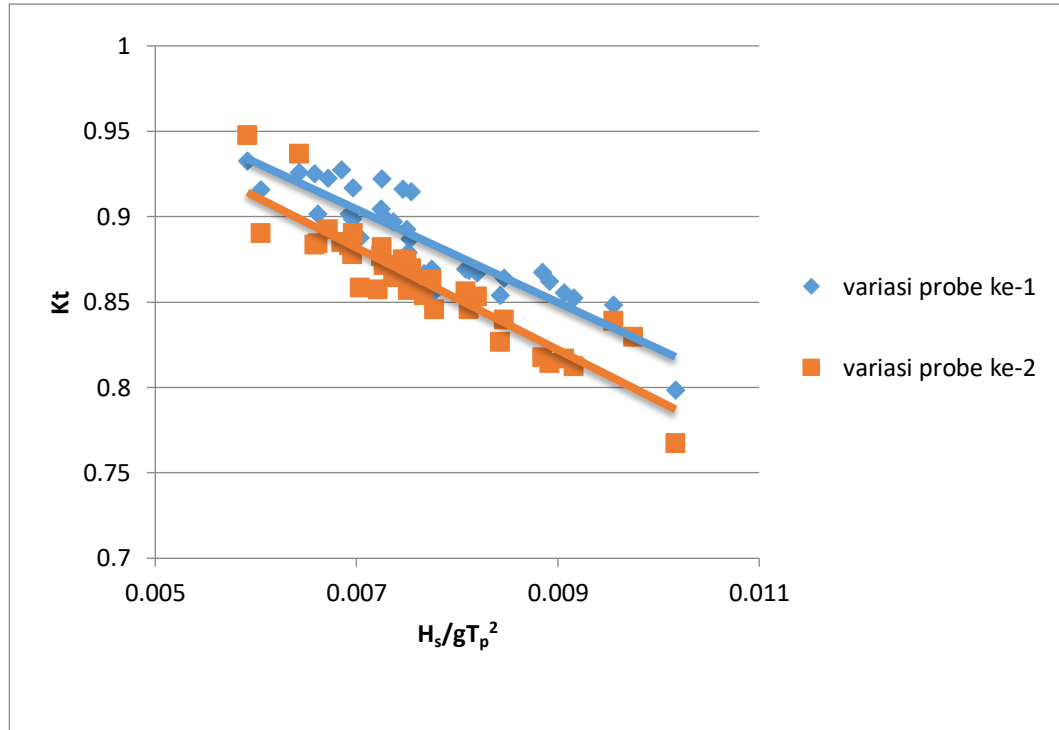
Tabel dibawah ini menunjukkan perbandingan hasil koefisien transmisi (Kt) berdasarkan peletakan *wave probe*. Pada skenario 1 jarak *wave probe* dengan belakang struktur sebesar 100 cm (probe 2), sedangkan skenario 2 jarak *wave probe* dengan belakang struktur sebesar 220 cm (probe 3). Variasi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif struktur tersebut dalam meredam gelombang pada jarak tertentu.

Tabel 4.13 Perbandingan koefisien transmisi antara skenario 1 dan 2

Sudut		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Kt 1	Kt 2	$\Delta Kt$	%
	Tp (s)	Hi (cm)	Ht (cm)	Ht (cm)				
45	0.91	7.96	5.99	6.50	0.85	0.81	0.04	4.95
45	0.99	8.10	6.67	6.80	0.86	0.81	0.05	5.91
45	1.10	8.22	7.13	6.84	0.87	0.85	0.01	1.63
45	1.12	10.73	9.16	9.02	0.87	0.86	0.01	1.54
45	1.20	10.84	9.43	9.19	0.88	0.86	0.02	2.57
45	1.28	11.11	9.99	9.02	0.90	0.86	0.03	3.81
45	1.30	12.54	10.54	10.43	0.90	0.87	0.03	3.30
45	1.32	13.45	12.04	10.90	0.90	0.88	0.02	2.06
45	1.35	13.94	13.02	12.42	0.93	0.89	0.04	4.79
60	0.87	8.01	6.54	5.86	0.80	0.77	0.03	4.03
60	1.00	8.26	7.11	6.49	0.85	0.83	0.03	3.29
60	1.15	8.29	7.58	7.08	0.86	0.85	0.01	1.24
60	1.20	10.74	9.49	8.61	0.87	0.85	0.01	1.52
60	1.23	11.18	9.83	9.43	0.88	0.86	0.02	2.54
60	1.31	11.35	10.14	9.77	0.89	0.86	0.03	3.37
60	1.32	12.58	10.73	10.56	0.90	0.88	0.02	2.35
60	1.39	13.44	11.95	11.64	0.90	0.88	0.02	1.95
60	1.48	13.72	12.82	12.47	0.92	0.89	0.03	2.84
75	0.86	7.98	6.53	6.53	0.83	0.83	0.00	-0.02
75	0.96	8.24	7.19	6.95	0.85	0.84	0.01	1.15
75	1.05	8.56	7.38	7.23	0.86	0.84	0.02	2.90
75	1.12	10.69	9.68	9.53	0.87	0.85	0.02	2.72
75	1.20	10.95	9.81	9.54	0.89	0.86	0.02	2.83
75	1.27	11.33	10.40	9.85	0.89	0.87	0.02	2.13
75	1.32	12.59	10.64	10.94	0.90	0.88	0.03	3.18
75	1.34	13.53	12.02	11.17	0.92	0.89	0.03	2.97
75	1.45	14.00	13.08	12.73	0.92	0.89	0.03	3.36
30	0.91	7.98	6.48	6.53	0.86	0.82	0.04	4.73
30	0.99	8.21	7.33	6.88	0.87	0.82	0.05	6.10
30	1.05	8.48	7.85	7.38	0.87	0.86	0.01	0.76
30	1.12	10.84	9.90	9.55	0.91	0.87	0.05	5.19
30	1.17	11.08	10.21	9.66	0.92	0.87	0.04	4.72
30	1.18	11.60	10.73	10.90	0.92	0.88	0.04	4.56
30	1.34	12.52	10.94	10.97	0.93	0.88	0.04	4.69
30	1.41	13.67	12.60	12.01	0.93	0.94	-0.01	-1.16
Rata – rata								2.86



Untuk lebih jelasnya disajikan dengan menggunakan grafik dengan parameter koefisien transmisi ( $K_t$ ) dan kecuraman gelombang ( $H_s/gT_p^2$ ) dibawah ini.



Gambar 4.16 Perbandingan hasil koefisien transmisi ( $K_t$ ) berdasarkan peletakan *wave probe*

Dari grafik diatas untuk nilai persamaan linier dan regresinya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

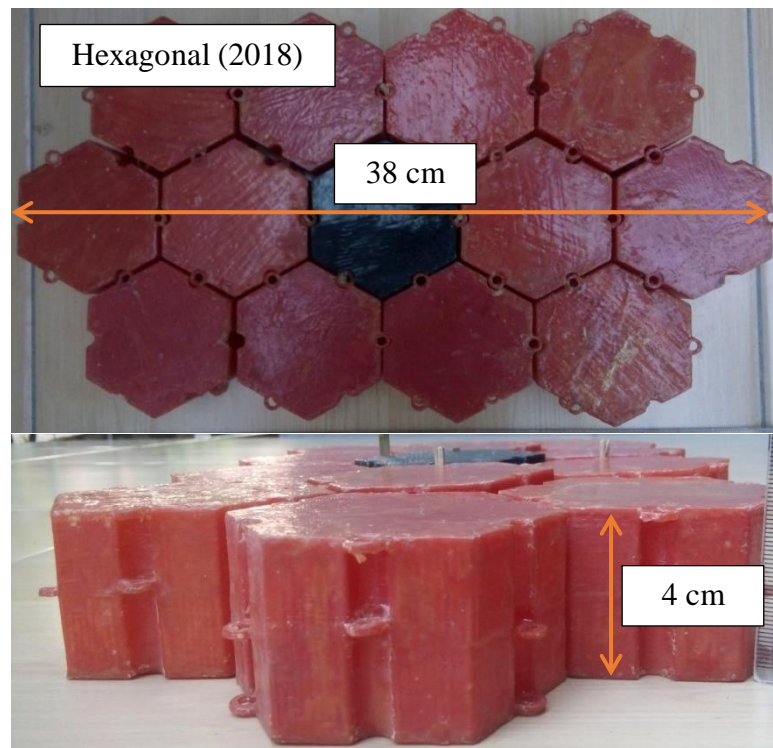
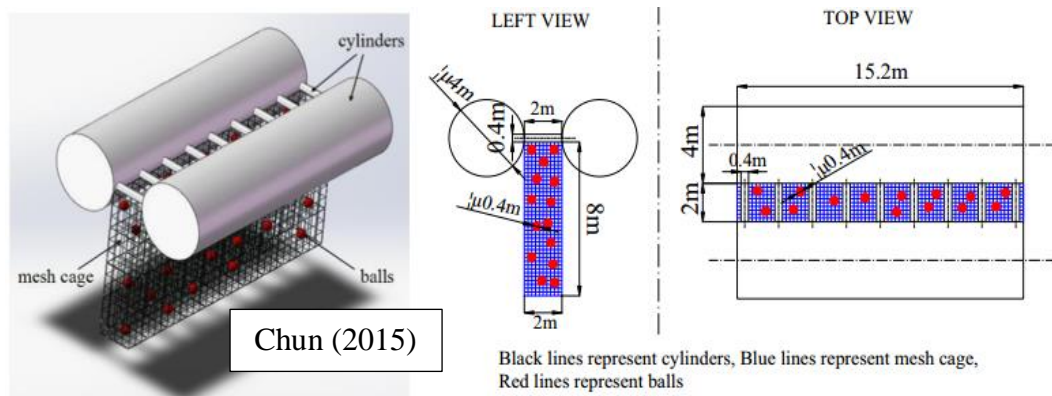
Tabel 4.14 Nilai persamaan linier dan regresi pada parameter  $K_t$  dengan  $H_s/gT_p^2$

Skenario probe	Persamaan Linier	Regresi
1	$y = -27.264x + 1.0952$	$R^2 = 0.8126$
2	$y = -29.855x + 1.0908$	$R^2 = 0.8151$

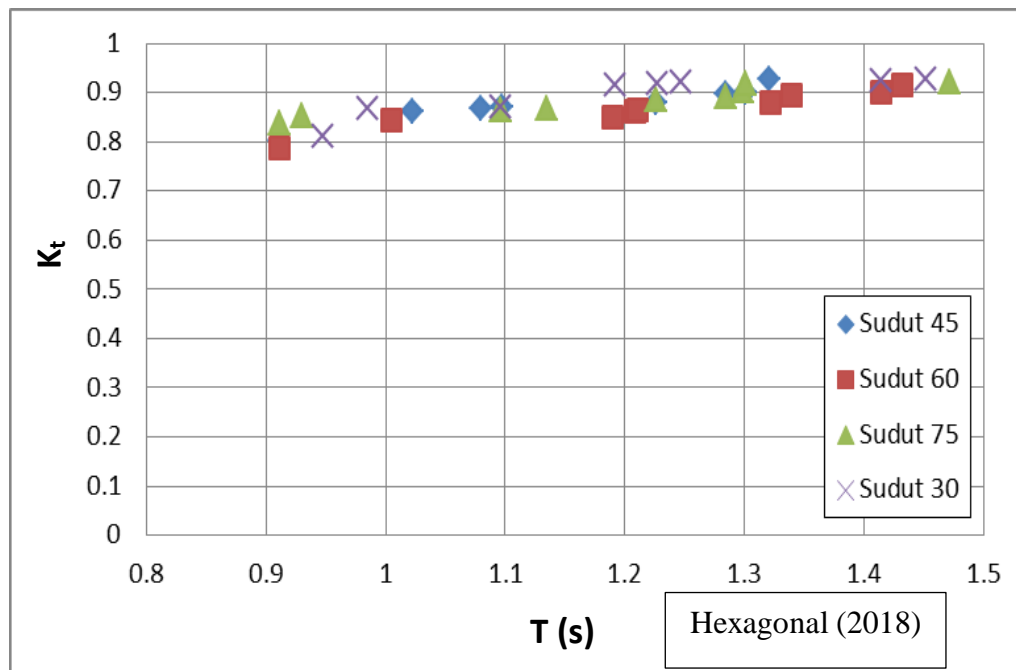
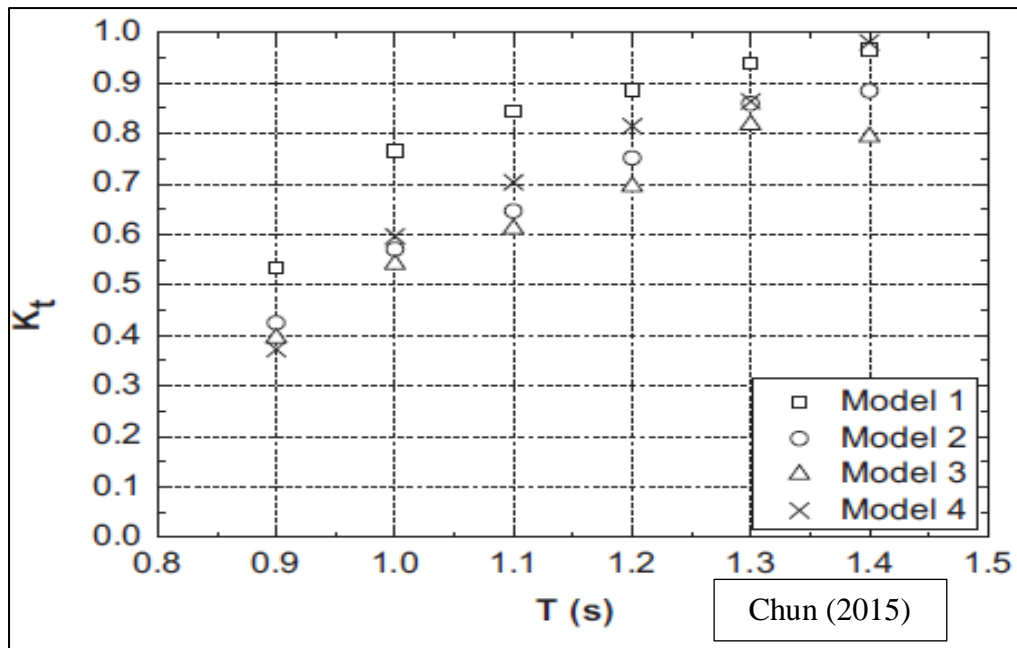
#### 4.2.5 Perbandingan Koefisien Transmisi Hasil Uji Fisik dengan Pengujian Peneliti Sebelumnya

Penelitian yang digunakan untuk membandingkan hasil pengujian fisik di Laboratorium Energi Laut dan Bawah Air - ITS yaitu hasil penelitian dari Chun (2015). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai periode gelombang datang memberikan dampak terhadap nilai koefisien transmisi yang dihasilkan. Semakin besar nilai periode gelombang datang maka koefisien transmisi yang terjadi semakin besar. Perbandingan koefisien transmisi dengan periode gelombang datang antara penelitian ini dengan penelitian Chun (2015) menunjukkan gradien yang hampir sama. Keduanya memiliki kecenderungan berbanding lurus. Hasil

pengujian laboratorium dan hasil penelitian Chun (2015) akan disajikan dalam gambar di bawah ini :



Gambar 4.17 Perbandingan model *floating breakwater* penulis dengan Chun (2015)



Gambar 4.18 Perbandingan hubungan antara periode gelombang datang dengan koefisien transmisi pada floating breakwater dengan penelitian Chun (2015)

Gambar diatas menunjukkan perbandingan penelitian Chun (2015) dengan pengujian fisik oleh penulis. Dalam *plotting* grafik yang dilakukan oleh Chun (2015) untuk parameter T di sumbu – x menggunakan periode input mesin *wave generator*, sehingga penyebarannya berbeda dengan grafik milik penulis. Dari grafik diatas dapat dilihat nilai koefisien transmisi penelitian Chun (2015) lebih rendah dibandingkan penelitian penulis, sehingga model milik Chun (2015) lebih efektif.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari eksperimen yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil uji lab *floating breakwater*
  - Dengan bertambahnya  $H_i$  dan  $T_p$ , koefisien transmisi juga meningkat. Hal ini sesuai dengan karakteristik percobaan yang dilakukan Chun (2015).
  - Kecuraman gelombang ( $H_s/gT_p^2$ ) semakin meningkat, maka koefisien transmisi akan semakin menurun.
2. Pada pengujian skenario 1 dan 2 kemiringan sudut tali yang memberikan koefisien transmisi yang kecil adalah sudut  $60^\circ$ .

#### **5.2 Saran**

Dari eksperimen yang telah dilakukan, saran yang diberikan peneliti untuk penelitian berikutnya adalah :

1. Menyempurnakan model struktur *floating breakwater* agar proses peredaman gelombang lebih baik.
2. Menambah konfigurasi bentuk susunan model untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Armono, H.D. 2004. A Two Dimensional Hydrodynamic Model in the Vicinity of Artificial Reefs. *Paper presented for OIT XXI-HATHI, Denpasar.*
- Bhattacharyya. 1972. “*Dynamic of Marine Vehicles*”, a Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.
- Chun, Y.J., Chen, Xiang, Cui, Ji, Yuan, Zhi-Ming, Incecik, Atilla. 2015. Experimental study of a new type of floating breakwater, *Ocean Engineering* 105, 295-303.
- Dong, G.H., Zheng, Y.N., Li, Y.C. 2008. Experiments on wave transmission coefficient of floating breakwater, *Ocean Engineering* 35, 931-938.
- Fousert, M.W. 2006. “*Floating Breakwater Theoretical Study of Dynamic Wave Attenuating System*”, Final Report of The Master Thesis, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geoscience, Delft.
- Goda, Y. 1985. *Random Seas and Design of Maritim Structure* . Japan: University of Tokyo Press
- Hales, Z.L. 1981. Floating Breakwater; State-of-the-art Literature Review, *Technical Report No. 81-1. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Missisipi, USA.*
- Hanson, H. and N. C. Kraus. 1990. Shoreline Response to a Single Tranmissive Detached Breakwater, *Delft: 22<sup>nd</sup> International Conference on Coastal Engineering, The Netherlands.*
- Hasselmann, K. and Hasselmann. 1973. Measurements of wind waves growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP), *Deutsches Hydrograph Institute.*
- Hughes, S.A. 1993. “*Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering*”, USA: Coastal Engineering Research Center.
- Hyoung C., Il. 2015. Transmission coefficients of a floating rectangular breakwater with porous side plates, *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering* 8, 53-56.
- McCartney, B. L. 1985. Floating Breakwater Design, *Journal of waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, Vol. 111, No. 2, March, 2985.
- Miftah, M. Nasir, dan Rony W. 2009. Perancangan Alat Ukur Tinggi Gelombang Skala Lab, *Jurnal Wave, UPT.BPPH-BPPT Vol. 3, No. 2.*
- Moorey, J. 1998.”*Floating Breakwater Predicting Their Performancel*”, Canada: Faculty Of Engineering and Applied Science Memorial University of New Founland.

- Murali and Mani. 1997. Performance of Cage Floating Breakwater, *Journal of Waterway Port, Coastal and ocean engineering*, pp. 172 – 179.
- Peña, E., Ferreras, J., Sanchez-Tembleque, F. 2011. Experimental study on wave transmission coefficient, mooring lines and module connector forces with designs of floating breakwaters, *Ocean Engineering* 38, 1150-1160.
- Rezkirana, Y., H. D. Armono, dan Sholihin. 2010. Transmisi Gelombang pada Floating Breakwater Polyethylene Bentuk Zig Zag, *Digilib ITS, Surabaya*.
- Shore Protection Manual (SPM). 1984.”*Introduction to Coastal Engineering*”, Department of The Army, US Army Corps of Engineers, Washington DC.
- Tazaki and Ishida. 1975.”*Floating Breakwater*”, United States Patent, Tokyo Japan.
- Tsinker, G. P. 1995.”*Marine Structures Engineering: Specialized Application*”, An International Thomson Publishing Company, NewYork.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. “*Teknik Pantai*”, Yogyakarta: Beta Offset.
- Wang, H.T., Sun, Z.C. 2010. Experimental Study On The Influence Of Geometrical Configuration Of Porous Floating Breakwater On Performance. *Marine Science and Technology*, Vol. 18 No. 4, 574-579.



## LAMPIRAN

### LAMPIRAN A PEMBACAAN WAVE PROBE

Time (s)	Ch 2 (mm)	Ch 3 (mm)	Ch 4 (mm)
0.04	-1	-9	-7
0.08	0	-10	-8
0.12	5	-12	-8
0.16	6	-12	-8
0.2	6	-14	-8
0.24	6	-14	-8
0.28	6	-14	-8
0.32	6	-14	-10
0.36	4	-12	-8
0.4	3	-12	-10
0.44	-2	-11	-8
0.48	-6	-9	-7
0.52	-10	-9	-7
0.56	-15	-8	-8
0.6	-14	-8	-8
0.64	-18	-8	-8
0.68	-14	-8	-7
0.72	-12	-7	-7
0.76	-9	-7	-8
0.8	-5	-7	-8
0.84	1	-7	-7
0.88	4	-7	-8
0.92	6	-7	-6
0.96	8	-7	-8
1	6	-7	-6
1.04	8	-8	-6
1.08	6	-8	-6
1.12	5	-9	-9
1.16	4	-10	-8
1.2	2	-12	-8
1.24	-2	-12	-6
1.28	-7	-12	-8
1.32	-8	-12	-8
1.36	-10	-12	-8
1.4	-10	-12	-6
1.44	-8	-10	-8
1.48	-4	-9	-8

1.52	0	-8	-8
1.56	4	-8	-9
1.6	5	-8	-10
1.64	7	-7	-10
1.68	7	-7	-8
1.72	13	-7	-8
1.76	12	-7	-8
1.8	13	-7	-8
1.84	14	-7	-8
1.88	5	-8	-8
1.92	-8	-8	-8
1.96	-16	-8	-7
2	-21	-10	-8
2.04	-26	-12	-8
2.08	-29	-12	-8
2.12	-30	-14	-7
2.16	-29	-14	-7
2.2	-23	-14	-7
2.24	-17	-12	-8
2.28	-10	-12	-6
2.32	0	-10	-7
2.36	10	-9	-8
2.4	13	-8	-7
2.44	13	-7	-8
2.48	21	-7	-6
2.52	26	-6	-8
2.56	28	-4	-7
2.6	28	-4	-8
2.64	28	-3	-8
2.68	28	-3	-9
2.72	22	-3	-10
2.76	17	-3	-10
2.8	-1	-4	-9
2.84	-8	-4	-9
2.88	-15	-6	-8
2.92	-20	-9	-8
2.96	-23	-12	-7
3	-26	-16	-7
3.04	-26	-19	-8
3.08	-24	-20	-8
3.12	-19	-21	-7
3.16	-16	-21	-9
3.2	-9	-18	-7

3.24	-4	-16	-8
3.28	2	-12	-6
3.32	8	-9	-7
3.36	15	-7	-7
3.4	18	-4	-6
3.44	20	-4	-6
3.48	22	-3	-7
3.52	22	-3	-7
3.56	18	-3	-8
3.6	18	-3	-8
3.64	16	-3	-8
3.68	10	-3	-8
3.72	6	-3	-8
3.76	-2	-4	-8
3.8	-4	-6	-8
3.84	-2	-8	-8
3.88	-1	-9	-8
3.92	0	-12	-8
3.96	4	-12	-6
4	8	-10	-8
4.04	12	-8	-7
4.08	12	-6	-7
4.12	15	-4	-8
4.16	15	-4	-6
4.2	14	-3	-6
4.24	8	-3	-7
4.28	3	-3	-7
4.32	-1	-3	-8
4.36	-7	-3	-8
4.4	-12	-4	-6
4.44	-14	-4	-8
4.48	-15	-8	-7
4.52	-17	-12	-8
4.56	-16	-16	-8
4.6	-12	-20	-8
4.64	-8	-24	-9
4.68	10	-25	-10
4.72	13	-22	-8
4.76	19	-16	-8
4.8	20	-12	-8
4.84	21	-6	-8
4.88	16	-3	-8
4.92	13	0	-8

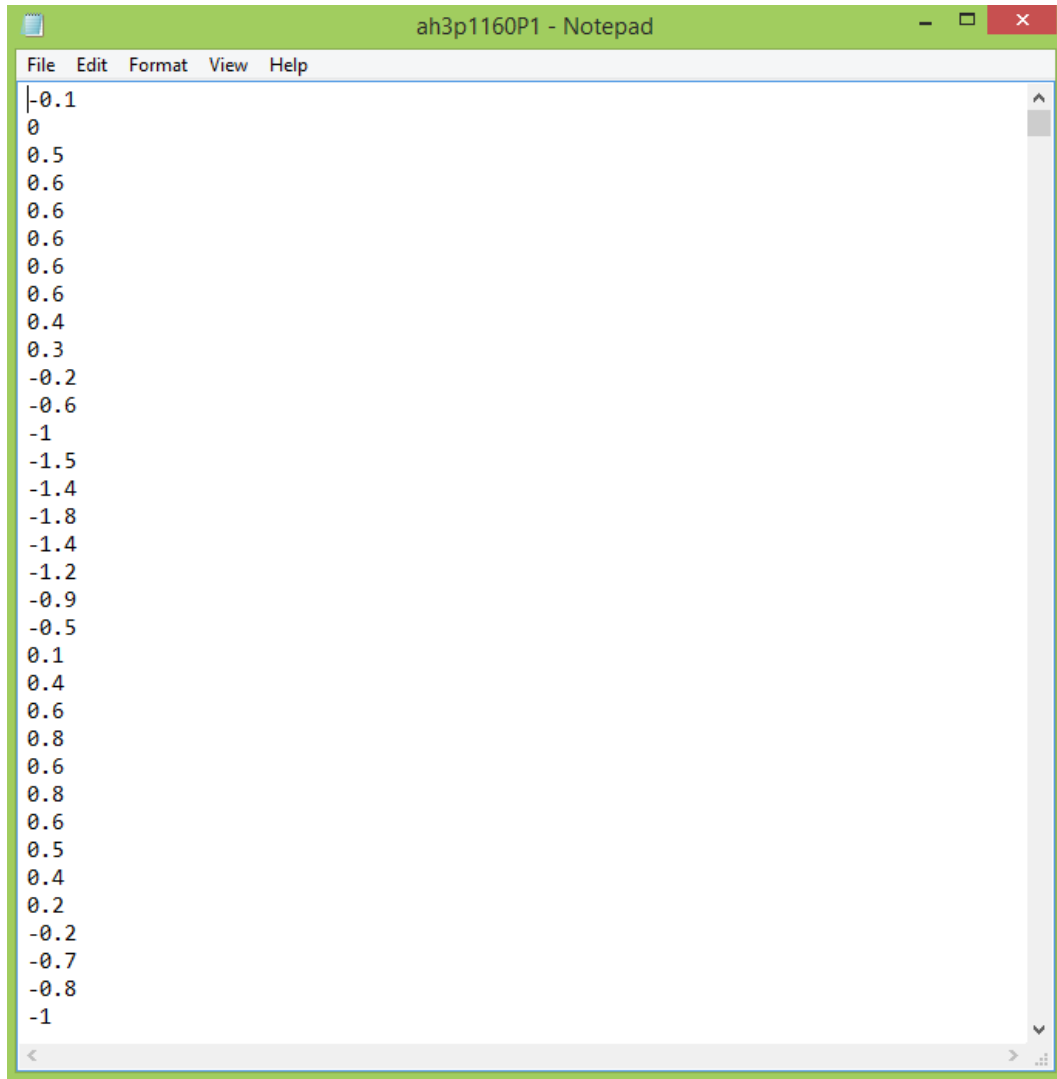
4.96	9	8	-8
5	3	16	-8
5.04	1	22	-7
5.08	-4	25	-3
5.12	-6	25	-4
5.16	-3	25	-3
5.2	0	22	-4
5.24	4	14	-3
5.28	10	4	-2
5.32	14	-9	-3
5.36	19	-18	-3
5.4	22	-26	-4
5.44	25	-34	-2
5.48	24	-38	-5
5.52	20	-41	-8
5.56	15	-40	-10
5.6	-2	-28	-16
5.64	-10	-21	-15
5.68	-16	-12	-16
5.72	-21	-3	-16
5.76	-26	8	-14
5.8	-26	14	-12
5.84	-26	19	-6
5.88	-22	22	-5
5.92	-19	22	-5
5.96	-12	22	-2
6	-6	18	-3
6.04	0	15	-2
6.08	10	10	-3
6.12	18	7	-2
6.16	25	2	0
6.2	28	-2	0
6.24	26	-6	0
6.28	30	-9	0
6.32	29	-11	0
6.36	27	-12	0
6.4	27	-11	-2
6.44	25	-9	-2
6.48	22	-6	-2
6.52	14	-4	-2
6.56	-10	0	-6
6.6	-16	1	-8
6.64	-20	0	-8

6.68	-23	0	-10
6.72	-26	-2	-9
6.76	-26	-6	-10
6.8	-22	-9	-8
6.84	-20	-11	-8
6.88	-17	-14	-6
6.92	-12	-16	-5
6.96	-6	-18	-4
7	-1	-18	-5
7.04	4	-19	-6
7.08	11	-18	-8
7.12	16	-16	-8
7.16	20	-14	-8
7.2	23	-10	-8
7.24	24	-7	-6
7.28	25	0	-7
7.32	26	3	-3
7.36	26	6	0
7.4	25	9	-1
7.44	20	12	-1
7.48	6	14	0
7.52	0	14	2
7.56	-6	12	5
7.6	-10	9	4
7.64	-14	6	6
7.68	-16	3	6
7.72	-18	0	6
7.76	-16	-4	6
7.8	-13	-8	5
7.84	-8	-10	1
7.88	-2	-12	-4
7.92	2	-14	-9
7.96	7	-16	-15
8	10	-16	-22
8.04	10	-16	-24
8.08	10	-15	-27
8.12	9	-14	-30
8.16	6	-13	-27
8.2	1	-14	-23
8.24	0	-15	-20
8.28	-2	-16	-14
8.32	-6	-18	-6
8.36	-4	-18	0

8.4	-2	-20	4
8.44	7	-17	6
8.48	14	-12	12
8.52	18	-6	13
8.56	22	0	14
8.6	25	6	14
8.64	26	14	14
8.68	26	22	12
8.72	26	25	8
8.76	18	25	5
8.8	14	25	-2
8.84	4	26	-8
8.88	-6	26	-12
8.92	-14	24	-13
8.96	-21	16	-16
9	-28	2	-16
9.04	-30	-14	-18
9.08	-34	-24	-14
9.12	-28	-37	-9
9.16	-26	-43	-5
9.2	-16	-48	0
9.24	-8	-48	6
9.28	3	-43	11
9.32	13	-36	12
9.36	26	-2	11
9.4	28	10	6
9.44	28	20	0
9.48	25	25	-8
9.52	20	25	-12
9.56	20	26	-17
9.6	16	26	-20
9.64	12	25	-16
9.68	12	25	-14
9.72	12	22	-12
9.76	9	16	-5
9.8	6	10	0
9.84	1	3	2
9.88	-4	-4	6
9.92	-10	-10	8
9.96	-15	-17	10
10	-19	-20	12

## LAMPIRAN B PENGOLAHAN DATA DENGAN WAVAN

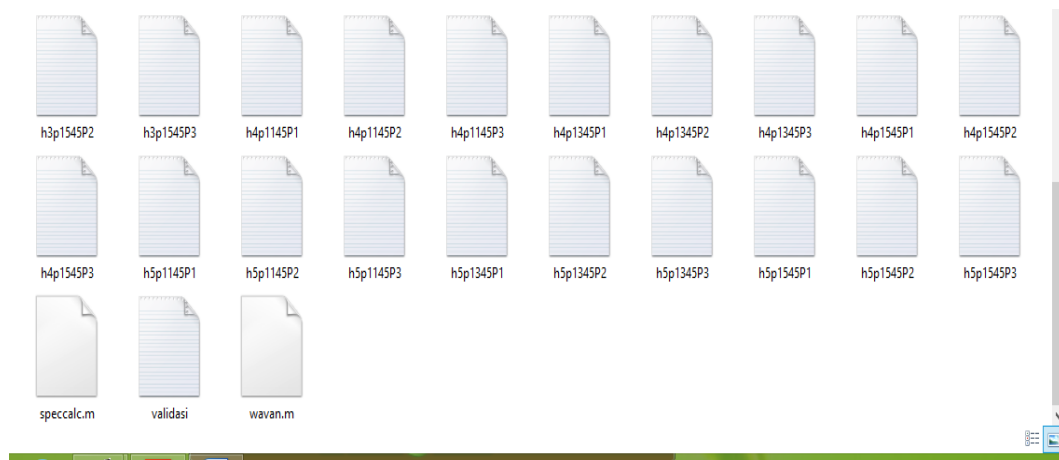
Setelah didapatkan data percobaan dari pembacaan wave probe, maka data tersebut dipindahkan ke dalam notepad terlebih dahulu untuk input WAVAN. Seperti dibawah ini



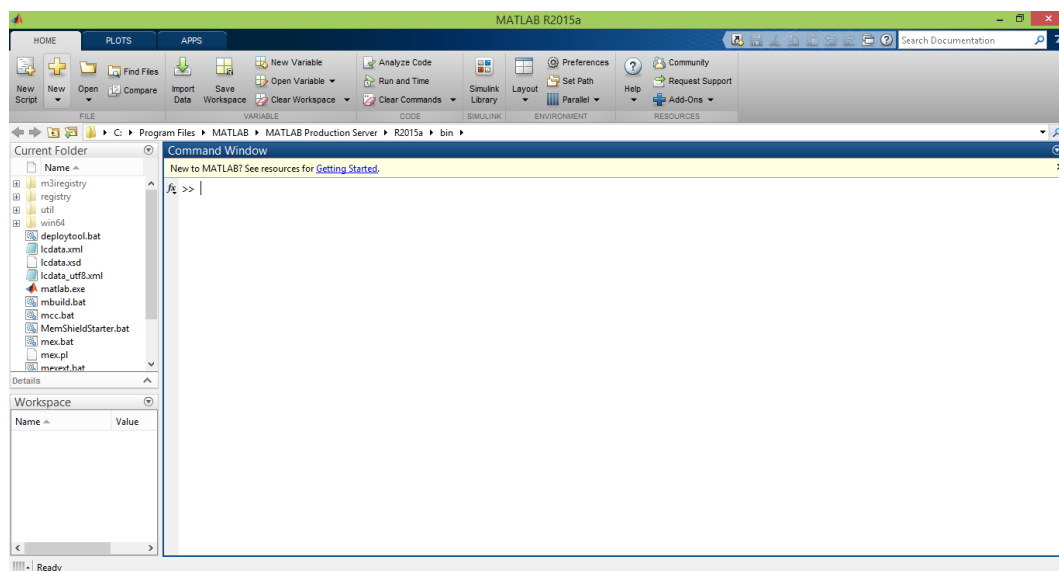
The screenshot shows a Notepad window with the title bar 'ah3p1160P1 - Notepad'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Format', 'View', and 'Help'. The text area contains a list of numerical values, some with a leading pipe character '|'. The values are as follows:

-0.1
0
0.5
0.6
0.6
0.6
0.6
0.6
0.4
0.3
-0.2
-0.6
-1
-1.5
-1.4
-1.8
-1.4
-1.2
-0.9
-0.5
0.1
0.4
0.6
0.8
0.6
0.8
0.6
0.5
0.4
0.2
-0.2
-0.7
-0.8
-1

Data yang berada pada notepad tersebut disimpan dalam satu folder dengan kodingan WAVAN untuk mempermudah pengolahan seperti berikut

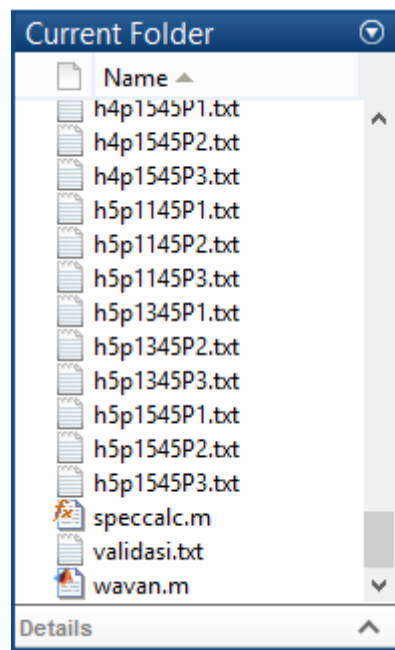


Sesudah semua file dijadikan dalam satu folder, kemudian buka *software* MATLAB seperti tampilan berikut ini





Setelah itu pilih folder yang berisi notepad data gelombang dan kodingan WAVAN yang sudah dijadikan satu tadi



Untuk memulai pengolahan dengan WAVAN, pertama-tama ketik wavan untuk memanggil kodingannya dan memasukkan nama file notepad data gelombang dengan menambahkan ekstensi “.txt” seperti berikut

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> wavan

      Program WAVAN

      Wave Analysis

INPUT
fx enter input filename ah3p1160P1.txt|
```

Kemudian ketik input perhitungan sesuai dengan eksperimen yang kita lakukan seperti dibawah ini

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> wavan

                                Program WAVAN

                                Wave Analysis

INPUT

enter input filename  ah3p1160P1.txt
Enter Number of Columns in Input File:  1
Enter Sampling Time, Delt:  0.04
Enter No. of Points (Multiple of 8):  7496
Do you want plots? - Yes=1, No=0:  1
Remove Mean (1) or Trend (2)?:  2
Enter Desired Resolution, M:  10

Enter Number of Bins for Histogram: 5

Basic Output

Mean Water Level           =  0.4013 centimetres
Water Level Trend          = -0.00229 cm/s
Sigma                      =  2.158 centimetres
```

Setelah itu pilih metode perhitungan gelombang yang kita inginkan ( *Up-Crossing*, *Down-Crossing*, atau *Average*) seperti dibawah. Setelah itu akan keluar hasil outputnya

```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

Wave Statistics

Up-Crossing (1), Down-Crossing (2) or Average (3)?: 1

Number of Waves           = 347
Average Wave Period       = 0.8641 seconds
Significant Wave Height   = 8.3700 centimetres
Maximum Wave Height       = 12.9993 centimetres
Average Wave Height       = 5.6008 centimetres
rms Wave Height           = 6.1024 centimetres
Average of Highest 1/10   = 9.9796 centimetres
Sigmaz                    = 1.6770 centimetres


For the Raw Spectrum

fmin                      = 0.0033 Hz
Sigma                    = 2.1580 cm
S(p)                     = 78.3040 cm2/Hz
f(p)                     = 1.0973 Hz
T(p)                     = 0.9114 sec
fx

```

## LAMPIRAN C VALIDASI PERIODE PUNCAK MANUAL DENGAN WAVAN

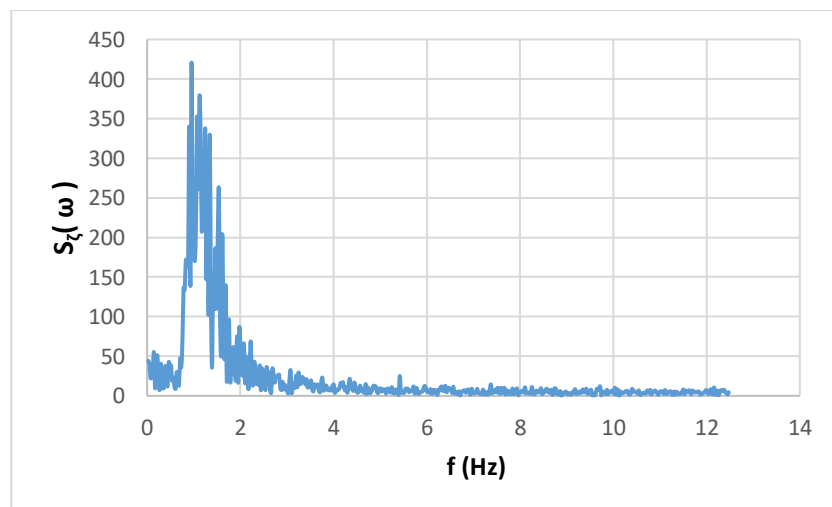
Data tinggi gelombang yang didapatkan setelah percobaan berupa rekaman gelombang acak dalam domain waktu. Data tersebut diubah terlebih dahulu menjadi kurva spektra energi gelombang dalam domain frekuensi, dengan menggunakan algoritma deret Fourier. Algoritma yang digunakan telah dikembangkan, sehingga proses transformasi secara numerik dapat dilakukan dengan cepat, yang dikenal sebagai FFT (*Fast Fourier Transform*).

Time (s)	Hs (cm)	Kepadatan energi gelombang $S_{\zeta}(\omega)$	f (Hz)
0.04	-0.1	317.3	0
0.08	0	44.23508415	0.024414
0.12	0.5	39.8655724	0.048828
0.16	0.6	22.22565149	0.073242
0.2	0.6	28.23797268	0.097656
0.24	0.6	36.36779127	0.12207
0.28	0.6	54.71792604	0.146484
0.32	0.6	9.524549652	0.170898
0.36	0.4	39.60078351	0.195313
0.4	0.3	50.92198185	0.219727
0.44	-0.2	21.21926541	0.244141
0.48	-0.6	7.61125301	0.268555
0.52	-1	40.73195852	0.292969
0.56	-1.5	15.4702309	0.317383
0.6	-1.4	9.185836833	0.341797
0.64	-1.8	10.70246456	0.366211
0.68	-1.4	37.82132818	0.390625
0.72	-1.2	21.14865263	0.415039
0.76	-0.9	12.89970371	0.439453
0.8	-0.5	42.41850237	0.463867
0.84	0.1	37.21880581	0.488281
0.88	0.4	38.24901367	0.512695
0.92	0.6	19.111994	0.537109
0.96	0.8	22.74097736	0.561523
1	0.6	11.35885915	0.585938
1.04	0.8	9.002416795	0.610352
1.08	0.6	30.10312102	0.634766
1.12	0.5	14.89085049	0.65918
1.16	0.4	13.0275082	0.683594
1.2	0.2	47.20632976	0.708008
1.24	-0.2	36.31590138	0.732422
1.28	-0.7	68.74551037	0.756836

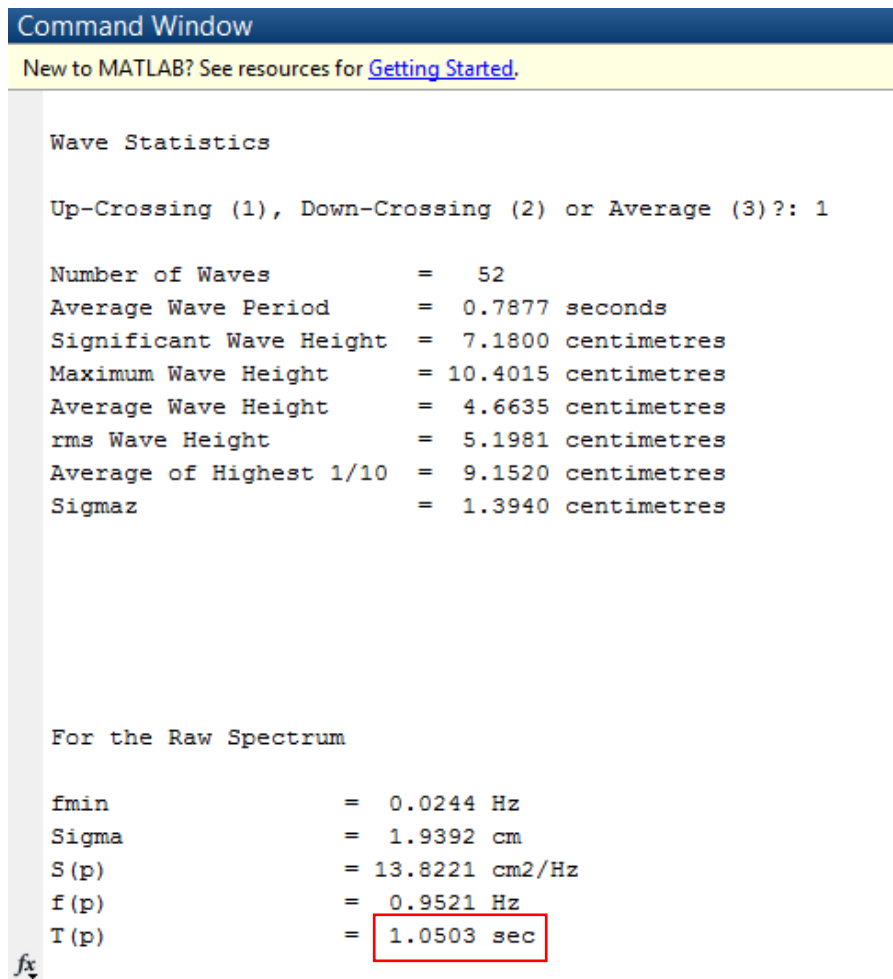
1.32	-0.8	136.2533117	0.78125
1.36	-1	133.9486012	0.805664
1.4	-1	171.1614064	0.830078
1.44	-0.8	162.5987018	0.854492
1.48	-0.4	171.2295937	0.878906
1.52	0	340.0404765	0.90332
1.56	0.4	138.7312321	0.927734
1.6	0.5	420.7984375	0.952148
1.64	0.7	232.706886	0.976563
1.68	0.7	185.2681978	1.000977
1.72	1.3	171.1690573	1.025391
1.76	1.2	225.02801	1.049805
1.8	1.3	352.7926703	1.074219
1.84	1.4	260.8571768	1.098633
1.88	0.5	378.0610867	1.123047
1.92	-0.8	327.2596052	1.147461
1.96	-1.6	207.1020819	1.171875
2	-2.1	273.4140302	1.196289
2.04	-2.6	216.4820197	1.220703
2.08	-2.9	337.8123216	1.245117
2.12	-3	147.0003128	1.269531
2.16	-2.9	275.7469986	1.293945
2.2	-2.3	101.8527314	1.318359
2.24	-1.7	329.8091993	1.342773
2.28	-1	131.1507996	1.367188
2.32	0	35.53561715	1.391602
2.36	1	153.7944541	1.416016
2.4	1.3	109.1982477	1.44043
2.44	1.3	186.8064886	1.464844
2.48	2.1	109.9584983	1.489258
2.52	2.6	196.8623752	1.513672
2.56	2.8	261.03688	1.538086
2.6	2.8	104.5222211	1.5625
2.64	2.8	51.92730691	1.586914
2.68	2.8	204.1909183	1.611328
2.72	2.2	101.9230666	1.635742
2.76	1.7	47.00396313	1.660156
2.8	-0.1	139.8451114	1.68457
2.84	-0.8	17.68946652	1.708984
2.88	-1.5	93.18333879	1.733398
2.92	-2	96.09707003	1.757813
2.96	-2.3	17.5406525	1.782227
3	-2.6	54.59077244	1.806641

3.04	-2.6	52.28534389	1.831055
3.08	-2.4	60.73191534	1.855469
3.12	-1.9	27.65912572	1.879883
3.16	-1.6	19.91204924	1.904297
3.2	-0.9	75.23213165	1.928711
3.24	-0.4	16.47274692	1.953125
3.28	0.2	85.50380633	1.977539
3.32	0.8	63.43411494	2.001953
3.36	1.5	42.8840959	2.026367
3.4	1.8	26.00977048	2.050781
3.44	2	66.25146066	2.075195
3.48	2.2	15.78534066	2.099609
3.52	2.2	49.34130919	2.124023
3.56	1.8	33.84753733	2.148438
3.6	1.8	8.353291542	2.172852
3.64	1.6	34.71472617	2.197266
3.68	1	68.77063498	2.22168
3.72	0.6	22.21530114	2.246094
3.76	-0.2	13.09867996	2.270508
3.8	-0.4	42.54001627	2.294922
3.84	-0.2	37.94586495	2.319336
3.88	-0.1	15.362568	2.34375
3.92	0	22.60312091	2.368164
3.96	0.4	14.21937973	2.392578

Setelah diolah menggunakan metode FFT seperti tabel diatas, selanjutnya diplot dalam grafik, dengan absis berupa frekuensi gelombang ( $f$ ) dan ordinat berupa spektra kepadatan energi gelombang  $S_{\zeta}(\omega)$  seperti dibawah ini.



Setelah itu cari frekuensi yang memiliki kepadatan energi gelombang tertinggi, didapatkan frekuensi 0.952 Hz dengan kepadatan energi gelombang 420.8. Frekuensi yang didapatkan diubah menjadi periode. Didapatkan periode puncak sebesar 1.0504 s dari perhitungan manual. Untuk perhitungan WAVAN bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



```

Command Window

New to MATLAB? See resources for Getting Started.

Wave Statistics

Up-Crossing (1), Down-Crossing (2) or Average (3)?: 1

Number of Waves           =    52
Average Wave Period       =    0.7877 seconds
Significant Wave Height   =    7.1800 centimetres
Maximum Wave Height       =   10.4015 centimetres
Average Wave Height       =    4.6635 centimetres
rms Wave Height           =    5.1981 centimetres
Average of Highest 1/10   =    9.1520 centimetres
Sigmaz                    =    1.3940 centimetres


For the Raw Spectrum

fmin                       =    0.0244 Hz
Sigma                     =    1.9392 cm
S(p)                      =   13.8221 cm2/Hz
f(p)                      =    0.9521 Hz
T(p)                      =    1.0503 sec
  
```

Setelah itu dibandingkan antara perhitungan manual dan WAVAN berapa besar error yang terjadi

Tp Manual (s)	1.0504
Tp WAVAN (s)	1.0503
error (%)	0.01

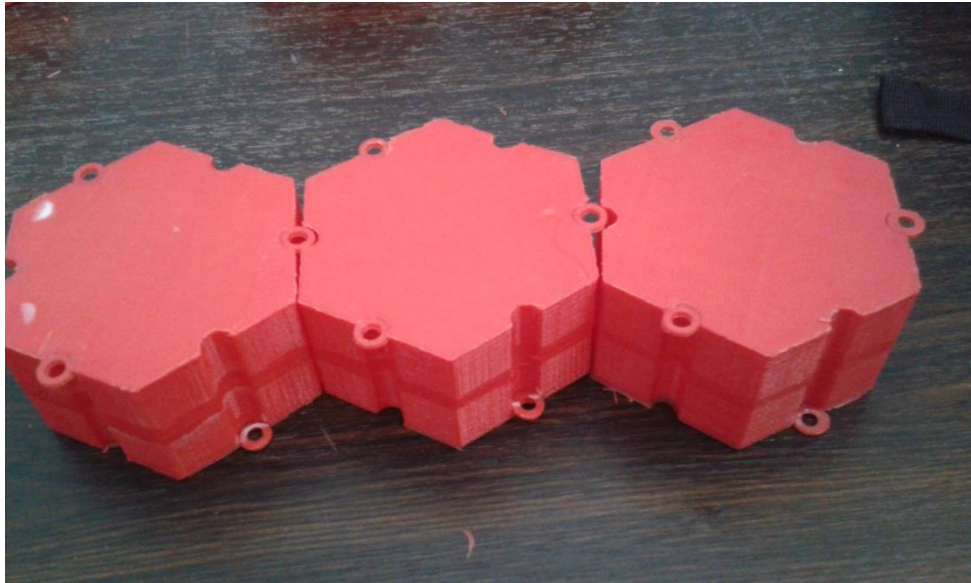
### LAMPIRAN D TABEL PERHITUNGAN KOEFISIEN TRANSMISI

Sudut		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Kt 1 ( $H_{t1}/H_i$ )	Kt 2 ( $H_{t2}/H_i$ )	$H/gT^2$	Rata-rata Kt 1	Rata-rata Kt 2
	$T_p$ (s)	$H_i$ (cm)	$H_{t1}$ (cm)	$H_{t2}$ (cm)					
45	0.91	7.96	5.99	6.50	0.85	0.81	0.00916	0.88	0.86
45	0.99	8.10	6.67	6.80	0.86	0.81	0.00891		
45	1.10	8.22	7.13	6.84	0.87	0.85	0.00820		
45	1.12	10.73	9.16	9.02	0.87	0.86	0.00808		
45	1.20	10.84	9.43	9.19	0.88	0.86	0.00751		
45	1.28	11.11	9.99	9.02	0.90	0.86	0.00737		
45	1.30	12.54	10.54	10.43	0.90	0.87	0.00727		
45	1.32	13.45	12.04	10.90	0.90	0.88	0.00692		
45	1.35	13.94	13.02	12.42	0.93	0.89	0.00685		
60	0.87	8.01	6.54	5.86	0.80	0.77	0.01017	0.87	0.82
60	1.00	8.26	7.11	6.49	0.85	0.83	0.00843		
60	1.15	8.29	7.58	7.08	0.86	0.85	0.00777		
60	1.20	10.74	9.49	8.61	0.87	0.85	0.00767		
60	1.23	11.18	9.83	9.43	0.88	0.86	0.00721		
60	1.31	11.35	10.14	9.77	0.89	0.86	0.00704		
60	1.32	12.58	10.73	10.56	0.90	0.88	0.00696		
60	1.39	13.44	11.95	11.64	0.90	0.88	0.00662		
60	1.48	13.72	12.82	12.47	0.92	0.89	0.00605		
75	0.86	7.98	6.53	6.53	0.83	0.83	0.00975	0.88	0.86
75	0.96	8.24	7.19	6.95	0.85	0.84	0.00955		
75	1.05	8.56	7.38	7.23	0.86	0.84	0.00846		
75	1.12	10.69	9.68	9.53	0.87	0.85	0.00811		

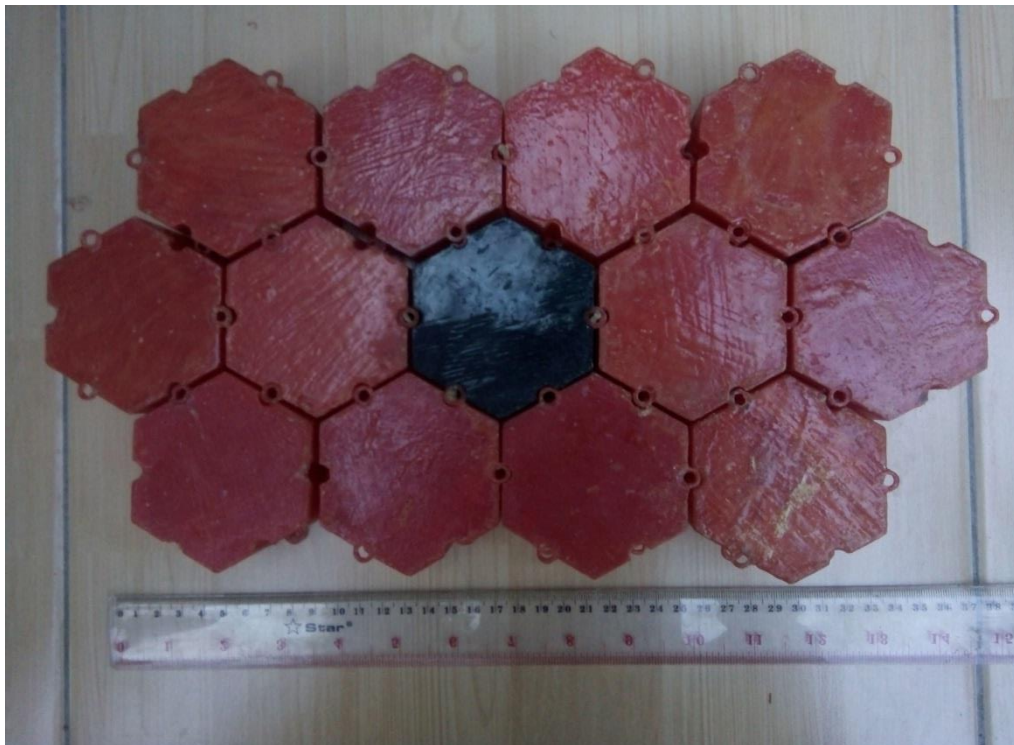


75	1.20	10.95	9.81	9.54	0.89	0.86	0.00753		
75	1.27	11.33	10.40	9.85	0.89	0.87	0.00750		
75	1.32	12.59	10.64	10.94	0.90	0.88	0.00724		
75	1.34	13.53	12.02	11.17	0.92	0.89	0.00697		
75	1.45	14.00	13.08	12.73	0.92	0.89	0.00672		
30	0.91	7.98	6.48	6.53	0.86	0.82	0.00906	0.90	0.88
30	0.99	8.21	7.33	6.88	0.87	0.82	0.00885		
30	1.05	8.48	7.85	7.38	0.87	0.86	0.00775		
30	1.12	10.84	9.90	9.55	0.91	0.87	0.00754		
30	1.17	11.08	10.21	9.66	0.92	0.87	0.00746		
30	1.18	11.60	10.73	10.90	0.92	0.88	0.00725		
30	1.34	12.52	10.94	10.97	0.93	0.88	0.00658		
30	1.41	13.67	12.60	12.01	0.93	0.94	0.00643		

**LAMPIRAN E DOKUMENTASI KEGIATAN**  
**MODEL *HEXAGONAL FLOATING BREAKWATER***



**KONFIGURASI *HEXAGONAL FLOATING BREAKWATER***



### KALIBRASI WAVE PROBE



### PELETAKKAN STRUKTUR





## PENENTUAN KEMIRINGAN SUDUT TALI



## BIODATA PENULIS



Dedi Kurniawan dilahirkan di Pasuruan, Jawa Timur pada tanggal 27 Mei 1996. Penulis merupakan anak tunggal yang dilahirkan oleh pasangan Didik Sudarmo dan Denok Sulastri. Pendidikan formal yang ditempuh penulis, mulai dari pendidikan dasar di SDN Kedawungwetan I Pasuruan, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 3 Pasuruan. Menginjak pendidikan menengah atas penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Pasuruan. Setelah lulus pada tahun 2014, penulis melanjutkan studinya di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut

Teknologi Sepuluh Nopember. Selain aktif dibidang akademis, penulis juga aktif dalam kegiatan intra kampus. Kegiatan intra kampus yang diikuti penulis menjadi Staff UKM Maritime Challenge ITS pada tahun 2014, kemudian menjadi Sekertaris II pada tahun 2015. Pada tahun 2016, penulis menjadi Kadiv Humas UKM Maritime Challenge ITS dan merangkap menjadi Staff Ahli Kajian Strategis Himpunan Mahasiswa Teknik Kelutan FTK – ITS. Dalam bidang akademis, penulis menjalani dua bulan kerja praktek di PT Pertamina (Persero) *Refinery Unit IV Cilacap* di bagian *Stationery and Statutory Inspection Engineering*. Diakhir perkuliahannya, penulis memfokuskan diri pada bidang studi Rekayasa Perlindungan Pantai (*Coastal Engineering*) mengenai *Floating Breakwater*. Jika pembaca ingin mengetahui lebih lanjut mengenai tugas akhir penulis silahkan hubungi via email.

*Contact person* : kdedi81@gmail.com